

第 24 回極域生物シンポジウム  
講演要旨集

**Abstracts  
for  
XXIV Symposium  
on  
Polar Biology**

平成13年12月6日(木)・7日(金)

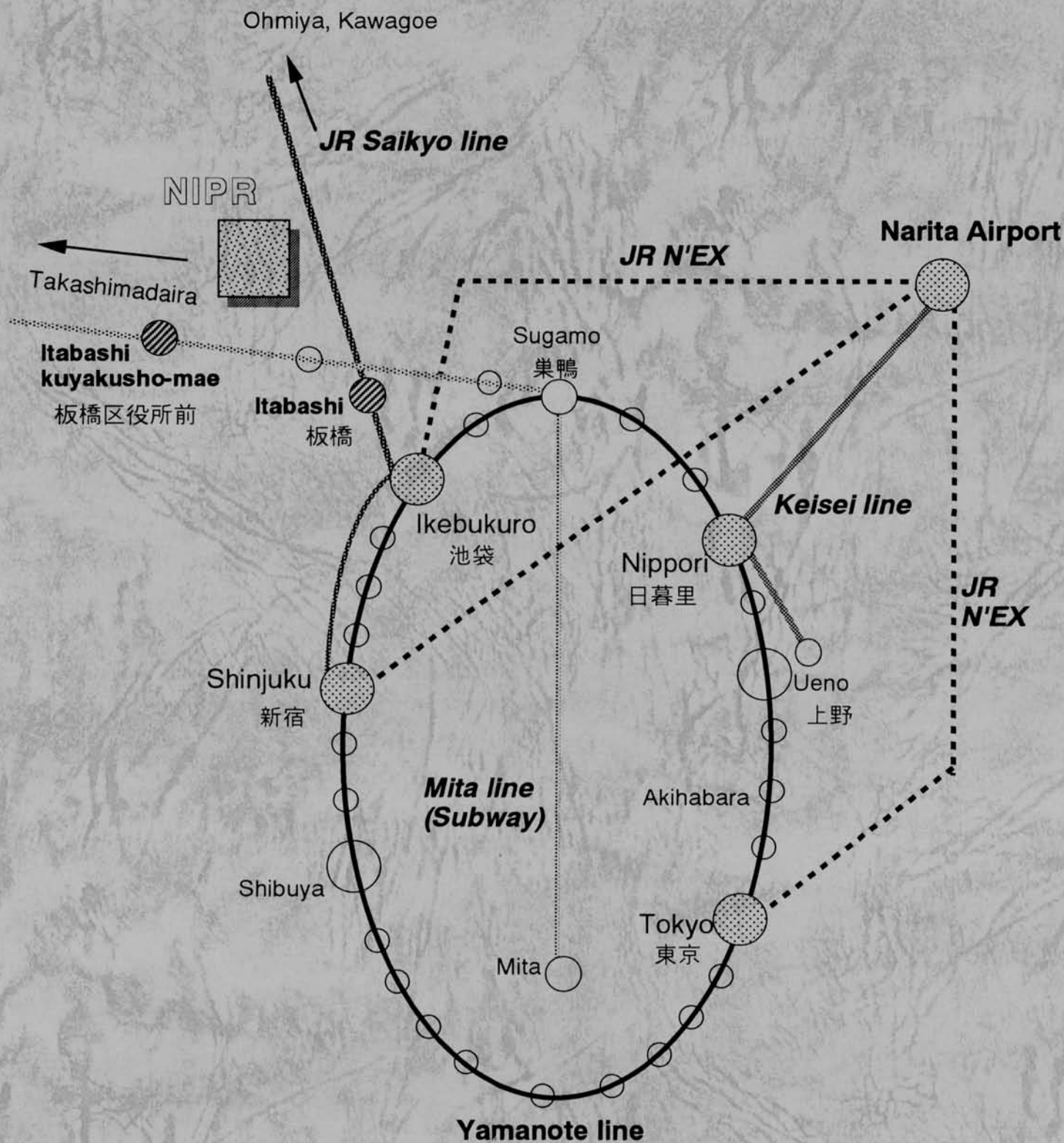
**December 6 and 7, 2001**

国立極地研究所

**National Institute of Polar Research**

神  
田





## 第24回極域生物シンポジウム

### プログラム

平成13年12月6日(木)・7日(金)

12月6日（木）	12月7日（金）
開会挨拶 10:00-10:05	
海洋生物	陸上生物
講演 10:05-10:45 「南大洋における日・中の海洋観測計画」	講演 10:00-12:10 「北極における陸上生物研究の展望」
口頭発表 10:45-12:00	
昼食 12:00-13:15	昼食 12:10-13:20
口頭発表 13:15-15:30	講演 続き 13:20-14:00
ポスター発表 15:30-17:00 15:30-16:30の間、発表者はポスター の前で御説明願います	ポスター発表 14:30-16:30 14:30-15:30の間、発表者はポスター の前で御説明願います
懇親会 17:30-19:00	閉会挨拶 16:30-16:35

（金）12月7日 閉会式・表彰式



平成 13 年 12 月 6 日 (木)

開会挨拶 国立極地研究所長

10:00-10:05

講演：海洋生物

座長：谷口 旭 (東北大)

OM-1 2001/02 年に開始する JARE 第 VI 期 5 ヶ年計画における海洋生物研究計画 10:05-10:25

福地光男、小達恒夫、渡邊研太郎、工藤 栄、内藤靖彦 (極地研)

OM-2 Chinese Marine Sciences in the Polar Oceans 10:25-10:45

Dong, Z. (Polar Research Inst. China)

口頭発表：海洋生物

座長：武田重信 (東大)

OM-3 JARE の記録から見いだされる南大洋インド洋セクター表面水のケイ酸分布の特徴 10:45-11:05

大槻晃久 (北大)、渡辺修一 (JAMSTEC)、小達恒夫、福地光男 (極地研)

OM-4 Taxon-Specific Subsurface Chlorophyll Maxima in the Southern Ocean South of Tasmania 11:05-11:25

Wright, S.W., van den Enden, R.L. (AAD, Australia), Griffiths, F.B.  
(CISRO, Australia)

OM-5 Picoplanktonic phytoplankton in Antarctic water 11:25-11:45

Ishikawa, A. (Mie Univ.), Wright, S.W., Marchant, H., Davidson, A.,  
van den Enden, R.L., Nash, G. (AAD, Australia)

総合討論 11:45-12:00

昼食 12:00-13:15

座長：田口 哲 (創価大)・渡邊研太郎 (極地研)

OM-6 Diatom flux under sea ice cover in Nella Fjord, Larsemann Hills, East Antarctica 13:15-13:35

He, J. (Polar Research Inst. China, Xiamen Univ.)

Chen, B., Cai, M. (Polar Research Inst. China.)

OM-7 1996 年～2001 年の南極海ブリッツ湾沖の深海測点における沈降粒子量の長期変動

佐々木洋、鈴木英勝 (石巻専修大)、小達恒夫、福地光男 (極地研) 13:35-13:55

OM-8 蛍光色素標識法による南極海に生息する二枚貝類と腕足類の成長解析

大越和加 (東北大)、大越健嗣 (石巻専修大) 13:55-14:15

座長：宮崎信之（東大海洋研大槌）

OM-9	ウミガラスにおける潜水時の体温上昇	14:15-14:35
	新妻靖章（科技団）、 Gabrielsen, G.W. (Norwegian Polar Inst.)、 佐藤克文、内藤靖彦（極地研）、綿貫 豊（北大）	
OM-10	繁殖期ウェッデルアザシのエネルギー要求度に応じた摂餌潜水	14:35-14:55
	佐藤克文（極地研）、三谷曜子（総研大）、Cameron, M., Siniff, D. (Univ. of Minnesota)、内藤靖彦（極地研）	
	総合討論	14:55-15:10
	コーヒーブレイク	15:10-15:30
	海洋生物ポスター発表	15:30-17:00
	懇親会	17:30-19:00



平成13年12月7日(金)

**講演:陸上生物**

座長 増沢武弘(静岡大)

- OT-1 北極陸上生物の研究計画とその展望 10:05-10:30  
神田啓史(極地研)
- OT-2 北極ニーオルスン氷河後退域における生態系炭素循環 10:30-11:10  
中坪孝之(広島大)
- OT-3 アラスカにおける北極陸域生態研究の進展と現況 11:10-11:40  
小島 覚(東京女子大)
- OT-4 Modeling spectral reflectance from tundra in Alaska for satellite data interpretation 11:40-12:10  
Kushida, K. (Hokkaido Univ.), Kojima, S. (Tokyo Women's Christian Univ.),  
Kim, Y-W. (International Arctic Research Center, Univ. of Alaska, USA)  
Shibuya, M. (Hokkaido Univ.), Tsuda, S. (Gifu Univ.), Fukuda, M. (Gifu Univ.)

昼食 12:10-13:20

座長 小島覚(東京女子大)

- OT-5 Potential CO<sub>2</sub>-flux from a Siberian tundra environment 13:20-14:00  
Bölter, M., Mueller-Lupp, W., Moeller, R. (Inst. for Polar Ecology, Kiel Univ.),  
Takata, K.(Frontier Research System for Global Change), Kodama, Y., Ohata, T., Yabuki, H.

総合討論 14:00-14:10

コーヒーブレイク 14:10-14:30

陸上生物ポスター発表 14:30-16:30

閉会 16:30-16:35

12月6日(木)

ポスター発表：植物プランクトン・動物プランクトン

PM-1 昭和基地での海色衛星観測

渡邊研太郎、平澤 享、福地光男(極地研)

PM-2 オホーツク海南西部における春期ブルームの年々変動-衛星マルチセンサリモートセンシングによるアプローチ-

松本千鶴、齋藤誠一、若土正暁(北大)

PM-3 好冷性植物プランクトン光合成系の光環境馴化機構

菓子野康浩、佐藤和彦(姫路工大)、工藤 栄(極地研)

PM-4 南極海における植物プランクトンの色素分布

橋濱史典、菓子野康浩、佐藤和彦(姫路工大)、梅田晴子(総研大)、濱田千昭(日油技研)、工藤 栄、平澤 享、渡邊研太郎、福地光男(極地研)

PM-5 2000/01 年夏季南極海インド洋区における一次生産過程の特性

小達恒夫(極地研)、今井圭理(科学技術振興事業団)、野尻幸宏(環境研)、福地光男(極地研)、Wright, S., Hosie, G.W. (AAD, Australia)

PM-6 1999/2000 年の南極海インド洋区における珪藻群集の水平分布

五味泰史(東北大)、梅田晴子(総研大)、濱田千昭(日油技研)、渡邊研太郎、福地光男(極地研)、谷口 旭(東北大)

PM-7 南大洋における連続プランクトン採集器(CPR)と光学的プランクトンカウンター(OPC)の比較

梅田晴子(総研大)、工藤 栄、小達恒夫、平澤 享、福地光男(極地研)

PM-8 1997~1999 年のノースウォータポリニア海域における生物起源粒子の沈降過程

三瓶 真、佐々木洋(石巻専修大)、服部 寛(北海道東海大)、福地光男(極地研)

PM-9 初期形成期の海水中の微生物動態

今井亜紀、柴田 晃(創価大)、福田 秀樹(東京大)、大井信明、田口 哲(創価大)

PM-10 根室海峡における流水後退後の動植物プランクトン量の変化

清水幾太郎、廣井 修、関 二郎(さけ・ます資源管理センター)、新井田順二、佐々木孝夫(日栄電気工業)

PM-11 安定同位体自然存在比を通した越冬カイアシ類群集の摂餌履歴の解析

佐藤 愛、佐々木洋(石巻専修大)



## ポスター発表：底生生物・魚類

PM-12 JARE-26,27,34,39 により東南極陸棚域から採取された海底表層堆積物中の有孔虫群集

五十嵐厚夫（極地研）、岩見哲夫、沼波秀樹（東京家政学院大）、福地光男（極地研）

PM-13 南極及び深海産棘皮動物のホメオボックス遺伝子群の進化・系統学的解析（都合により7日に発表）

小川麻里（慶応大）、伊村 智（極地研）、小島茂明（東大）、倉持卓司（葉山し  
おさい博物館）、長沼 毅（広島大）

PM-14 サウスシェトランド諸島周辺海域におけるナンキョクオキアミ漁業で混獲されたナンキョクカジカ

*Gobionotothen gibberifrons* (Lönnberg)

岩見哲夫、安部淳子（東京家政学院大）、一井太郎、川口 創、永延幹男（遠洋水研）

PM-15 データロガーによる自由遊泳中のマダイの心拍と行動の同時記録

小島隆人（日大）、河邊 玲（北大）、白須邦夫（日本水産中央研）、内藤靖彦（極地研）

## ポスター発表：鳥類・哺乳類

PM-16 昭和基地周辺での航空機によるペンギンセンサス

渡邊研太郎（極地研）、吉田二教（慈恵医大）、加藤明子（極地研）

PM-17 松島水族館で飼育されたペンギン類の安定同位体比の組成

佐々木洋、三瓶 真、重藤直樹（石巻専修大）、渡辺亜紗子（三重大）、神宮潤一（松島水族館）

PM-18 Short underwater opening of the beak prior to diving in penguins: Chemoreception Process or Initiation Signal  
of the “Diving Response”?

Robert Coudert, Y. (JSPS, NIPR), Kato, A. (NIPR), Wilson, R.P. (Inst. Für Meereskunde, Germany)

Kurita, M. (Nagoya Public Aquarium)

PM-19 ウミスズメ科鳥類の潜水中の沈降浮上角度と羽ばたき

綿貫 豊（北大）、新妻靖章（科技団）、Gabrielsen, G.W. (Norwegian Polar Inst.)

加藤明子、内藤靖彦（極地研）

PM-20 北部日本海における海鳥の分布と海洋環境の季節的变化

出口智広（北大）、和田昭彦（道水試）、小岡孝治（北水研）、齋藤誠一、

綿貫 豊（北大）

PM-21 地磁気データによるウェッデルアザラシの3次元潜水経路計算法

三谷曜子（総研大）、佐藤克文、内藤靖彦（極地研）

PM-22 ウェッデルアザラシの3次元潜水経路と餌生物の分布密度

三谷曜子（総研大）、佐藤克文（極地研）、Cameron, M., Sniff, D. (Univ. of Minnesota)、

内藤靖彦（極地研）

PM-23 アザラシの視点から見た海中の餌分布

渡辺佑基（東大）、三谷曜子（総研大）、佐藤克文、内藤靖彦（極地研）

PM-24 オーストラリア・アシカの採餌潜水：遊泳速度の理論予測と潜水深度の予測可能性

南川真吾（科技団）、内藤靖彦（極地研）、Shaughnessy, P. (CSIRO, Australia)

Gale, N. (AAD, Australia)

PM-25 Whale bones in the nearshore geoecosystem of Admiralty Bay (King George Island, Antarctica)

Rakusa-Suszczewski, S., Nédzarek, A. (Polish Academy of Sciences)



12月7日(金)

ポスター発表：バクテリア・菌類・地衣類・微生物

PT-1 Cloning and sequencing of the fatty acid desaturase genes of a psychrotropic *Nostoc* from Antarctica

Shivaji, S., Kumar, C.S. (Centre for Cellular and Molecular Biology, India),

Prakash, J.S.S., Murata, N. (National Inst. of Basic Biology, Japan)

PT-2 北極および南極域のイオウ酸化細菌の系統と生理

杉山 千乃、長沼 毅 (広島大)、増沢武弘 (静岡大)、伴 修平 (滋賀県立大)、

伊村 智、神田啓史 (極地研)

PT-3 南極テラノバベイ基地および昭和基地域から分離された塩菌

長沼 毅、岡本拓士 (広島大)、増沢武弘 (静岡大)、伴 修平 (滋賀県立大)、伊村 智、

神田啓史 (極地研)

PT-4 南極産酵母による低温下での窒素除去

平山けいこ、小池優子、金子栄廣 (山梨大)、西川二郎 (東京理科大)、平山公明 (山梨大)

PT-5 南極キングジョージ島におけるコケに壊死リングを起こす不完全担子菌の発生

東條元昭 (大阪府立大)、Mühlhauser, H.M. (Universidad Central de Chile ),

星野 保 (産業技術総研)、神田啓史 (極地研)

PT-6 雪腐病菌、*Typhula ishikariensis* の増殖におよぼす培地成分の影響

星野 保、切明路子 (産業技術総研)、Tronsmo, A.M. (Planteforsk, Norway)、湯本 勲、

横田祐司 (産業技術総研)、松本直幸 (農環研)

PT-7 ヘリトリゴケ類の *Ny-Ålesund* (Spitzbergen) と日本との共通種とそれらの地理分布

井上正鉄 (秋田大)

PT-8 Freezing induced changes of mechanical properties in permafrost affected soils

Muller-Lupp, W., Bölter, M. (Inst. for Polar Ecology, Kiel Univ.),

Horn, R. (Inst. for Plant Nutrition and Soil Science, Kiel Univ.)

PT-9 Constraints for soil microbiological activity and soil properties in permafrost soils

Mueller-Lupp, W., Boelter, M. (Inst. for Polar Ecology, Kiel Univ.),

Takata, K. (Frontier Research System for Global Change), Kodama, Y., Ohata, T., Takata, K., Yabuki, H.

PT-10 顕微蛍光法による、富士山における生きている微生物数の高度分布

吉村義隆、河崎行繁、辻 堯 (三菱化学生命研)、大谷修司 (島根大)、増沢武弘 (静岡大)

PT-11 海洋性南極キングジョージ島のコケ群落に生息する線虫類の垂直分布

鬼頭研二 (札幌医大), Mühlhauser, H. A. (Universidad Central de Chile),

大山佳邦 (極地研)

ポスター発表：藻類・コケ類・湖沼

PT-12 南極マクマードドライヴァレー地域から分離した単細胞藻類の光合成活性と凍結耐性

長島秀行、秋山洋子（東京理科大）、井上源喜（大妻女子大）

PT-13 すりばち池の生物学的特徴

伴 修平（滋賀県立大）、伊村 智（極地研）、工藤 勲（北大）

PT-14 むるめ池における水塊成層構造と底質環境

瀬戸浩二（島根大）

PT-15 昭和基地周辺における湖沼底生蘚類の分布

伊村 智（極地研）、板東忠司（京都教育大）、大谷修司、瀬戸浩二（島根大）、  
工藤 栄、神田啓史（極地研）

PT-16 スカルプスネス湖沼群における水生コケ群落中（コケ坊主）の藻類の種組成

大谷修司（島根大）、工藤 栄（極地研）、土屋泰孝（筑波大）、巢山弘介（島根大）、  
伊村 智（極地研）

PT-17 Algal primary succession on deglaciated moraine, Ny-Ålesund, Svalbard

Brynychova, K., Elster, J., Kubeckova, K., Lukesova, A. (Academy of Sciences of the Czech Republic), Kanda, H. (NIPR)

PT-18 マリモの世界的分布と分子系統学的相同性

若菜 勇（阿寒町教育委員会）、羽生田岳昭、植田邦彦（金沢大）、  
Einarsson, Á. (Myvatn Research Station, Iceland), Zimmermann, S. (Technical Univ.  
of Munich, Germany), Reitalu, T. (Univ. of Tartu, Estonia), Czarnecki, D.  
(Loras College, USA), Kahlert, M. (Uppsala Univ., Sweden)

PT-19 アイスランド・ヴァトナ氷河のマリゴケ

若菜 勇（阿寒町教育委員会）、Einarsson, Á. (Myvatn Research Station, Iceland)、  
Bjornsson, H. (Kvisker, Oraefi, Iceland)、伊村 智（極地研）

PT-20 南極雪鳥沢での環境操作にともなう蘚類繁殖体バンクの反応

鮎川恵理（総研大）、伊村 智、神田啓史（極地研）

PT-21 南極昭和基地周辺に分布する蘚類群落の構造と更新動態

沖津 進（千葉大）

PT-22 富士山山頂における蘚類群落の分布と永久凍土について

増沢武弘、鈴木俊宏（静岡大）、藤井理行、神田啓史（極地研）

PT-23 バイカル湖の BDP96&98 堆積物コア中の有機成分による過去 1200 万年間のグローバルな環境変動

松本源喜、尾形理恵、長谷川香織（大妻女子大）、高松信樹（東邦大）、河合崇欣（環境研）



ポスター発表：種子植物・森林

PT-24 高山植物の耐凍性と FDA 染色による生存率測定

矢守 航、小神浩幸、増沢武弘（静岡大）

PT-25 カナダ北極域における *Cassiope tetragona* の形態学的研究

増沢武弘、八十島悠貴（静岡大）、西谷里見（日本医科大）、神田啓史（極地研）

PT-26 北極圏のムカゴトラノオにおける、フェノロジーと葉の特性

西谷里美（日本医科大）、増沢武弘（静岡大）

PT-27 北極ニーオルスンにおける、異なった水分条件下で生育しているムラサキユキノシタの生育形別の炭素同位体比の比較

久米 篤（九大）、別宮由紀子（都留文科大）、半場祐子（岡山大）、神田啓史（極地研）

PT-28 ニーオルスン氷河後退域の *Salix-Sanionia* 群落における生態系純生産量

内田雅己（岐阜大）、莫 文紅（筑波大）、中坪孝之（広島大）、村岡裕由（岐阜大）、  
神田啓史（極地研）、小泉 博（岐阜大）

PT-29 Seed entrapment of three herbs in alpine ecosystem of Mt. Fuji: Relationships between soil particle size and seed morphology

Anisuzzaman, G.M. (Sizuoka Univ.)

PT-30 チングルマとチョウノスケソウの花粉発芽特性と温度依存性

和田直也、厚木勝洋（富山大）

PT-31 岩を這うチングルマの生態的特徴とその周辺植生の多様性

柳川朋美、和田直也（富山大）

PT-32 Taiga-tundra treeline as an indicator of the global change of the climate in the Northern Hemisphere

Katenin, A.E. (Komarov Botanical Inst. Russia)

PT-33 中央シベリアの亜寒帯における森林高および森林被覆率の地理的分布

都築勇人、日下部朝子、末田達彦（愛媛大）

PT-34 中央シベリア亜寒帯林の葉面積指数の分布

日下部朝子、都築勇人、末田達彦（愛媛大）

PT-35 シベリア永久凍土地帯における河岸効果一樹木に対する川堤の成長促進効果一

池添浩之、都築勇人、日下部朝子、下川元三、末田達彦（愛媛大）

PT-36 アラスカ、チュガチ山脈亜高山帯における *Alnus sinuata* 群落の植生構造

小島 覚（東京女子大）

PT-37 縞枯山の縞枯現象への生理生態学的アプローチ

鈴木あゆみ、奥山雄樹・山崎淳也・丸田恵美子・上村保磨（東邦大）

PT-38 乗鞍岳森林限界付近に生育するオオシラビソの褐変現象の生理生態学的意義

橋本裕子、山崎淳也、丸田恵美子、上村保磨（東邦大）

PT-39 乗鞍岳・森林限界付近のオオシラビソが冬季に受けたストレスの後遺症が夏季の生産に及ぼす影響

丸田恵美子（東邦大）、池田武文（京都府大）

PT-40 富士山の森林限界の異なった植生遷移段階におけるカラマツ実生の枯死要因

小口 愛、丸田恵美子（東邦大）、中野隆志（山梨県環境科学研）

**XXIV Symposium on  
Polar Biology**

**Program**

**December 6 and 7, 2001**

6 December, Thursday		7 December, Friday	
Opening Remarks	10:00-10:05		
Marine Biology		Terrestrial Biology	
Lectures	10:05-10:45	Lectures	10:00-12:10
「Future plans for oceanographic observation in the Southern Ocean by Japan and China」		「Japanese projects on the terrestrial biology in the Arctic and their prospect」	
Oral Presentations	10:45-12:00		
Lunch	12:00-13:15	Lunch	12:10-13:20
Oral Presentations	13:15-15:30	Lectures to be continued	13:20-14:00
Poster Presentations	15:30-17:00	Poster Presentations	14:30-16:30
Author is requested to present his(her) poster from 15:30-16:30		Author is requested to present his(her) poster from 14:30-15:30	
Get together Party	17:30-19:00	Closing Remarks	16:30-16:35



December 6 Thursday, 2001

Opening Remarks: Director-General, NIPR

10:00-10:05

**Lectures: Marine Biology**

**Chairperson: Taniguchi, A. (Tohoku Univ.)**

OM-1 Marine biology program in the next five years (phase 6th of JARE :Japanese Antarctic Research Expedition)  
starting in 2001/2002 season

Fukuchi, M. (NIPR)

10:05-10:25

OM-2 Chinese Marine Sciences in the Polar Ocean

10:25-10:45

Dong, Z. (Polar Research Inst. China)

**Oral Session : Marine Biology**

**Chairperson: Takeda, S. (Univ. Tokyo )**

OM-3 Features of Surface SiO<sub>2</sub> distributions in the Indian sector of the Southern Ocean, found from the JARE  
records.

10:45-11:05

Otsuki, A. (Hokkaido Univ.), Watanabe, S. (JAMSTEC), Odate, T., Fukuchi, M. (NIPR)

OM-4 Taxon-Specific Subsurface Chlorophyll Maxima in the Southern Ocean South of Tasmania

11:05-11:25

Wright, S.W., van den Enden, R.L. (AAD, Australia),

Griffiths, F.B. (CSIRO, Australia)

OM-5 Picoplanktonic phytoplankton in Antarctic waters

13:15-13:35

Ishikawa, A. (Mie Univ.), Wright, S.W., Marchant, H., Davidson, A., van den Enden, R.L.,

Nash, G. (AAD, Australia)

General discussion

11:45-12:00

Lunch

12:00-13:15

**Chairperson: Taguchi, S. (Soka Univ.) • Watanabe, K. (NIPR)**

OM-6 Diatom flux under sea ice cover in Nella Fjord, Larsemann Hills, East Antarctica

13:15-13:35

He, J. (Polar Research Inst., China, Xiamen Univ.), Chen, B.,

Cai, M. (Polar Research Inst., China)

OM-7 Long-term observation of downward particle flux at a deep station off Prydz Bay in the Antarctic Ocean  
(1996-2001).

Sasaki, H., Suzuki, H. (Senshu Univ. Ishinomaki), Odate, T., Fukuchi, M. (NIPR)

OM-8 Analysis of growth performance in Antarctic bivalve and brachiopod by fluorescent substance

13:55-14:15

Sato-Okoshi, W. (Tohoku Univ.), Okoshi, K. (Senshu Univ. Ishinomaki)

**Chairperson: Miyazaki, N. (ORI, Otsuchi)**

OM-9	Increase of body core temperature during diving in Brunnich's Guillemot	14:15-14:35
	Niizuma, Y. (JSTC), Gabrielsen, G.W. (Norwegian Polar Inst.), Sato, K., Naito, Y. (NIPR), Watanuki, Y. (Hokkaido Univ.)	
OM-10	Deep foraging dives in relation to the energy demands of Weddell seal mothers during lactation	
	Sato, K. (NIPR), Mitani, Y. (Grad. Univ. Adv. Stud.), Cameron, M., Siniff, D. (Univ. Minnesota) Naito, Y. (NIPR)	14:35-14:55
	General discussion	14:55-15:10
	Coffee Break	15:10-15:30
	Marine Biology Poster Session	15:30-17:00
	Get together party	17:30-19:00

December 7 Friday, 2001

**Lectures: Terrestrial Biology**

**Chairperson: Masuzawa, T. (Shizuoka Univ.)**

OT-1 Japanese projects on the terrestrial biology in the Arctic and their prospect 10:05-10:30

Kanda, H. (NIPR)

OT-2 Ecosystem Carbon Cycle on a Glacier Foreland in Ny-Ålsund, Svalbard 10:30-11:10

Nakatsubo, T. (Hiroshima Univ.)

OT-3 Progress and current state of research on terrestrial ecology of arctic Alaska

Kojima, S. (Tokyo Women's Christian Univ.) 11:10-11:40

OT-4 Modeling Spectral reflectance from tundra in Alaska for satellite data interpretation 11:40-12:10

Kushida, K. (Hokkaido Univ.), Kojima, S. (Tokyo Women's Christian Univ.),

Kim, Y-W. (International Arctic Research Center, Univ. of Alaska, USA)

Shibuya, M. (Hokkaido Univ.), Tsuda, S. (Gifu Univ.), Fukuda, M. (Gifu Univ.)

Lunch 12:10-13:20

**Chairperson: Kojima, S. (Tokyo Women's Christian Univ.)**

OT-5 Potential CO<sub>2</sub>-flux from a Siberian tundra environment 13:20-14:00

Bölter, M., Muller-Lupp, W., Moeller, R. (Inst. Polar Ecology, Univ. Kiel, Germany),

Takata, K. (Frontier Research System for Global Change), Kodama, Y, Ohta, T., Yabuki, H.

General discussion 14:00-14:10

Coffee Break 14:10-14:30

Terrestrial Biology poster session 14:30-16:30

Closing Remarks 16:30-16:05

December 6 Thursday, 2001

**Poster Session: Phytoplankton · Zooplankton**

- PM-1 Satellite ocean-color observations at Syowa, East Antarctica  
Watanabe, K., Hirawake, T., Fukuchi, M. (NIPR)
- PM-2 Interannual variability of spring bloom in the southwestern Okhotsk Sea — Approach using satellite multi-sensor remote sensing—  
Matsumoto, C., Saitoh, S., Wakatsuchi, M. (Hokkaido Univ.)
- PM-3 Acclimation of psychophysics phytoplankton to the light environment  
Cashno, Y., Satoh, K. (Himeji Inst. Technology), Kudos, S. (NIPR)
- PM-4 Phytoplankton pigment distribution in the Ocean  
Hashihama, F., Kashino, Y., Satoh, K. (Himeji Inst. Technology), Umeda, H. (Grad. Univ. Adv. Studies), Hamada, C. (Nichiyu Giken Kogyo Co., Ltd.), Kudoh, S., Hirawake, T., Watanabe, K., Fukuchi, M. (NIPR)
- PM-5 Characteristics of primary production in the Indian sector of the Antarctic Ocean in austral summer of 2000/01  
Odate, T. (NIPR), Imai, K. (JSTC), Nojiri, Y. (NIES), Fukuchi, M. (NIPR), Wright, S., Hosie, G.W. (AAD, Australia)
- PM-6 Horizontal distribution of diatom assemblages in the Indian sector of the Antarctic Ocean in 1999/2000.  
Gomi, Y. (Tohoku Univ.), Umeda, H. (Grad. Univ. Advanced Studies), Hamada, C. (Nichiyu Giken Kogyo Co., Ltd.), Watanabe, K., Fukuchi, M. (NIPR), Taniguchi, A. (Tohoku Univ.)
- PM-7 Comparison of Zooplankton Abundance revealed by Continuous Plankton Recorder (CPR) and Optical Plankton Counter (OPC) in the Southern Ocean.  
Umeda, H. (Grad. Univ. Adv. Stud.), Kudoh, S., Odate, T., Hirawake, T., Fukuchi, M. (NIPR)
- PM-8 Sedimentation processes of biogenic particles in the North Water (NOW) Polynya in 1997-1999  
Sanpei, M., Sasaki, H. (Senshu Univ. of Ishinomaki), Hattori, H. (Hokkaido Tokai Univ.), Fukuchi, M. (NIPR)
- PM-9 The microbial dynamics during the initial formation of fragile ice at Saroma -kolagoon, Hokkaido  
Imai, A., Shibata, A. (Soka Univ.), Fukuda, H., Ohi, N. (Univ. Tokyo) Taguchi, S. (Soka Univ.)
- PM-10 Variation of phyto- and zoo- plankton biomass in the related period of sea ice in the Nemuro Strait.  
Shimizu, I., Hiroi, O., Seki, J. (National Salmon Resources Center), Niida, J., Sasaki, T. (Nichiei Electronic Technology)
- PM-11 Study on the feeding history of overwintering copepods through stable isotope analysis  
Sato, M., Sasaki, H. (Senshu Univ. Ishinomaki), Fukuchi, M. (NIPR)



#### **Poster Session: Benthos • Fish**

PM-12 Foraminiferal assemblages recovered from surface sediments collected by JARE-26, 27, 34, and 39 from the continental shelf off East Antarctica.

Igarashi, A. (NIPR), Iwami, T., Numanami, H. (Tokyo Kasei Gakuin Univ.), Fukuchi, M. (NIPR)

PM-13 Molecular phylogenetics of homeobox genes of the echinoderms from Antarctic and deep-sea habitats (to be presented on 7 December)

Ogawa, M. (Keio Univ.), Imura, S. (NIPR), Kojima, S. (Tokyo Univ. Ocean Research Inst.),

Kuramochi, T. (Hayama Shiosai Museum), Naganuma, T. (Hiroshima Univ.)

PM-14 *Gobionotothen gibberifrons* (Lönnerberg) incidentally caught by Japanese Antarctic krill commercial fishery in the vicinity of the South Shetland Islands

Iwami, T., Abe, J. (Tokyo Kasei Gakuin Univ.), Ichii, T., Kawaguchi, S., Naganobu, M. (NRIFS)

PM-15 Recording heart rate and behavior in red sea bream during rest and swimming by micro data logger

Kojima, T. (Nihon Univ.), Kawabe, R. (Hokkaido Univ.), Shirasu, K. (Nippon Suisan Ltd.),

Naito, Y. (NIPR)

#### **Poster Session: Birds • Marine Mammals**

PM-16 Airborne census of penguins in the vicinity of Syowa, East Antarctica

Watanabe, K. (NIPR), Yoshida, T. (Jikei Univ. ), Kato, A. (NIPR)

PM-17 Stable isotope compositions of penguins reared in the Matsushima Aquarium.

Sasaki, H., Sampei, M., Shigeto, N. (Senshu Univ. Ishinomaki), Watanabe, A. (Mie Univ.),

Jingu, J. (Matsushima Aquarium)

PM-18 Short underwater opening of the beak prior to diving in penguins: CHEMORECEPTION PROCESS OR INITIATION SIGNAL OF THE “DIVING RESPONSE”?

Robert-Coudert, Y. (JSPS, NIPR), Kato, A. (NIPR),

Wilson, R. P. (Institute. für Meereskunde, Germany), Kurita, M. (Nagoya Public Aquarium)

PM-19 Descent and ascent angle and wing beat of diving alcids

Watanuki, Y. (Hokkaido Univ. ), Niizuma, Y. (JSTC), Gabrielsen, G. W.

(Norwegian Polar Inst.), Kato, A. , Naito, Y. (NIPR)

PM-20 Seasonal changes of the distribution of seabirds and marine environment in the northern area of the Sea of Japan.

Deguchi, T. (Hokkaido Univ.), Wada, A. (Hokkaido Fisheries Experimental Station), Kooka, K.

(Hokkaido National Fisheries Reserch Inst.), Saitoh, S., Watanuki, Y. (Hokkaido Univ.)

PM-21 Calculations of three dimensional diving paths of free-ranging Weddell seals from geomagnetic data.

Mitani, Y. (Grad. Univ. Adv. Stud.), Sato, K., Naito, Y. (NIPR)

- PM-22 Three dimensional diving paths of free-ranging Weddell seals in relation to prey abundance  
Mitani, Y. (Grad. Univ. Adv. Stud.), Sato, K. (NIPR), Cameron, M., Siniff, D. (Univ. Minnesota),  
Naito, Y. (NIPR)
- PM-23 Visual information on vertical prey distribution of free-ranging Weddell seals  
Watanabe, Y. (Univ. Tokyo), Mitani, Y. (Grad. Univ. Adv. Stud.), Sato, K., Naito, Y. (NIPR)
- PM-24 Foraging dives of Australian sea lions: Theoretical prediction of swimming speed and predictability of target depth  
Minamikawa, S. (JSTC), Naito, Y. (NIPR), Shaughnessy, P. (CSIRO, Australia),
- PM-25 Whale bones in the nearshore geoeccosystem of Admiralty Bay (King George Island, Antarctica)  
Rakusa-Suszczewski, S. and Nêdzarek, A. (Polish Academy of Sciences)

December 7 Friday, 2001

**Poster Session: Bacteria, Fungi, Lichens, Micro-organisms**

- PT-1 Cloning and sequencing of the fatty acid desaturase genes of a psychrotropic *Nostoc* from Antarctica  
Shivaji, S., Kumar, C.S. (Centre for Cellular and Molecular Biology, India),  
Prakash, J.S.S., Murata, N. (National Inst. Basic Biology, Japan)
- PT-2 Phylogenetic and physiological characterization of thioautotrophic bacteria from Arctic and Antarctic habitats  
Sugiyama, C., Naganuma, T. (Hiroshima Univ.), Masuzawa, T. (Shizuoka Univ.),  
Ban, S. (Univ. Shiga Pref.), Imura, S., Kanda, H. (NIPR)
- PT-3 Euryhaline halophilic bacteria isolated from Antarctic terrestrial habitats  
Naganuma, T., Okamoto, T. (Hiroshima Univ.), Masuzawa, T. (Shizuoka Univ.), Ban, S.  
(Univ. Shiga Pref.), Imura, S. & Kanda, H. (NIPR)
- PT-4 Removal of nitrogen by Antarctic yeast cells at low temperature  
Katayama-Hirayama, K., Koike, Y., Kaneko, H. (Yamanashi Univ.), Nishikawa, J.  
(Science Univ. Tokyo), Hirayama, K. (Yamanashi Univ.)
- PT-5 Occurrence of sterile basidiomycetes causing dead rings in moss mat on King George Island, Antarctica  
Tojo, M. (Osaka Pref. Univ.), Mühlhauser, H.M. (Universidad Central de Chile),  
Hoshino, T. (AIST), Kanda, H. (NIPR)
- PT-6 Effects of culture media on mycelial growth of snow mold fungi, *Typhula ishikariensis*  
Hoshino, T., Kiriaki, M. (AIST), Tronsmo, A.M. (Planteforsk Norway), Yumoto, I., Yokota, Y.  
(AIST), Matsumoto, N. (NIAES)
- PT-7 Lecideoid lichens growing in both Ny-Ålesund (Spitzbergen) and Japan, and their phytogeography  
Inoue, M. (Akita Univ.)
- PT-8 Freezing induced changes of mechanical properties in permafrost affected soils  
Muller-Lupp, W., Bölter, M. (Inst. Polar Ecology, Kiel Univ.),  
Horn, R. (Inst. Plant Nutrition and Soil Science, Kiel Univ.)
- PT-9 Constraints for soil microbiological activity and soil properties in permafrost soils  
Mueller-Lupp, W., Bölter, M. (Inst. Polar Ecology, Kiel Univ.),  
Takata, K. (Frontier Research System for Global Change), Kodama, Y., Ohata, T., Yabuki, H.
- PT-10 Enumeration of viable microorganisms with altitude in Mt. Fuji by a new fluorescent microscopic method  
Yoshimura, Y., Kawasaki, Y., Tsuji, T. (Mitsubishi Kagaku Inst. Life Sciences),  
Ohtani, S. (Shimane Univ.), Masuzawa, T. (Shizuoka Univ.)
- PT-11 Vertical distribution of nematodes in a moss community in King George Island, maritime Antarctic.  
Kito, K. (Sapporo Medical Univ.), Mühlhauser, H. A. (Universidad Central de Chile, CHILE),  
Ohshima, Y. (NIPR)

**Poster Session: Algae, Mosses, Lakes/Ponds**

- PT-12 Freeze tolerance and photosynthetic activity of unicellular algae isolated from the McMurdo Dry Valleys, Antarctica  
Nagashima, H., Akiyama, Y. (Science Univ. Tokyo), Matsumoto, G.I. (Otsuma Woman's Univ.)
- PT-13 Biological characteristic in Lake Suribachi  
Ban, S. (Univ. Shiga Pref.), Imura, S. (NIPR), Kudo, I. (Hokkaido Univ.)
- PT-14 Water column stratified structure and subbottom environment in the Lake Nurumeike on the Lützow-Holm Bay, Antarctica.  
Seto, K. (Shimane Univ.)
- PT-15 Distribution of aquatic mosses in the lakes in the vicinity of Syowa Station area, Antarctica.  
Imura, S. (NIPR), Bando, T. (Kyoto Univ. Educ.), Ohtani, S., Seto, K. (Shimane Univ.),  
Kudoh, S. (NIPR), Kanda, H. (NIPR)
- PT-16 Species composition of freshwater algae in benthic moss pillars in lakes, Skarvsnes, Antarctica  
Ohtani, S. (Shimane Univ.), Kudoh, S. (NIPR), Tsuchiya, Y. (Univ. Tsukuba),  
Suyama, K. (Shimane Univ.), Imura S. (NIPR)
- PT-17 Algal primary succession on deglaciated moraine, Ny-Alesund, Svalbard.  
Brynychova, K., Elster, J., Kubeckova, K., Lukesova, A.  
(Academy of Sciences of the Czech Republic), Kanda, H. (NIPR)
- PT-18 Global distribution and molecular phylogenetic homology of the freshwater green alga *Marimo*, *Aegagropila linnaei*  
Wakana, I. (Akan Town Board of Education), Hanyuda, T. (Kanazawa Univ.),  
Ueda, K. (Kanazawa Univ.), Einarsson, Á. (Myvatn Research Station, Iceland), Zimmermann, S.  
(Technical Univ. Munich, Germany), Reitalu, T. (Univ. Tartu, Estonia), Czarnecki, D.  
(Loras College, USA), Kahlert, M. (Uppsala Univ., Sweden)
- PT-19 Moss balls on the glacier Vatnajökull, southern Iceland  
Wakana, I. (Akan town Board of Education), Einarsson, Á. (Myvatn Research Station, Iceland),  
Bjornsson, H. (Kvisker, Oraefi, Iceland), Imura, S. (NIPR)
- PT-20 Response of the moss propagule bank to a controlled environment in the Yukidori-Valley, Antarctica.  
Ayukawa, E. (Grad. Univ. Adv. Stud. ), Imura, S., Kanda, S. (NIPR)
- PT-21 Vegetation structure and dynamics of the bryophyte communities around the Syowa Station, Antarctica.  
Okitsu, S. (Chiba Univ.)
- PT-22 Distribution of moss community and permafrost on summit of Mt. Fuji  
Masuzawa, T., Suzuki, T. (Shizuoka Univ.), Fujii, Y., Kanda, H. (NIPR)

- PT-23 Global environmental changes in the last 12 million years inferred from organic components in BDP96&98 sediment cores from Lake Baikal

Matsumoto, G., Ogata, R., Hasegawa, K. (Otsuma Women's Univ.), Takamatsu, N. (Toho Univ.),  
Kawai, T. (Natl. Inst. Environ. studies)

**Poster Session: Forests**

- PT-24 Cold tolerance of alpine plants and measurement of survival percentage by FDA-staining

Yamori, W., Kogami, H., Masuzawa, T. (Shizuoka Univ.)

- PT-25 Morphological study on *Cassiope tetragana* at Canada arctic area.

Masuzawa, T., Yasoshima, Y. (Shizuoka Univ.), Nishitani, S. (Nippon Medical School)  
Kanda, H. (NIPR)

- PT-26 Phenology and leaf traits of arctic *Polygonum viviparum*

Nishitani, S. (Nippon Medical School), Masuzawa, T. (Shizuoka Univ.)

- PT-27 Carbon isotopic composition ( $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ ) of different growth forms of Purple Saxifrage, *Saxifraga oppositifolia* L., in the high arctic, Ny-Ålesund, Svalbard.

Kume, A. (Kyushu Univ.), Bekku, Y. (Tsuru Univ.), Hanba-T, Y. (Okayama Univ.),  
Kanda, H. (NIPR)

- PT-28 Net ecosystem production of *Salix-Sanionia* community on a glacier foreland in Ny-Ålesund, Svalbard.

Uchida, M. (Gifu Univ.), Mo W. (Tsukuba Univ.), Nakatsubo, T. (Hiroshima Univ.),  
Muraoka, H. (Gifu Univ.), Kanda, H. (NIPR), Koizumi, H. (Gifu Univ.)

- PT-29 Seed entrapment of three herbs in alpine ecosystem of Mt. Fuji: Relationships between soil particle size and seed morphology.

Anisuzzaman, G.M., Masuzawa, T. (Shizuoka Univ.)

- PT-30 Temperature-dependency of pollen germination in *Sieversia pentapetala* and *Dryas octopetala*

Wada, N., Hohnoki, K. (Toyama Univ.)

- PT-31 Ecological traits of *Sieversia pentapetala* creeping on the rock surfaces and its influence on the surrounding vegetation structures and diversity

Yanagawa, T., Wada, N. (Toyama Univ.)

- PT-32 Taiga-Tundra treeline as an indicator of the global change of the climate in the Northern Hemisphere.

Katenin, A.E. (Komarov Botanical Inst., Russia)

- PT-33 Geographical distribution of forest height and cover density in boreal zone of Central Siberia.

Tsuzuki, H., Kusakabe, T., Sweda, T. (Ehime Univ.)

- PT-34 Distribution of forest leaf area index in central Siberian taiga

Kusakabe, T., Tsuzuki, H., Sweda, T. (Ehime Univ.)

- PT-35 Riverbank effect on tree growth in permafrost region of Siberia

Ikezoe, H., Tsuzuki, H., Kusakabe, T., Shimokawa, G., Sweda, T. (Ehime Univ.)



- PT-36 Ecophysiological approach to "Shimagare" type dieback on Mt. Shimagare  
Suzuki, A., Okuyama, Y., Yamazaki, J., Maruta, E., Kamimura, Y. (Toho Univ.)
- PT-37 Vegetation structure of *Alnus sinuata* community in the Subalpine Zone of the Chugach Mountains, Alaska  
Kojima, S. (Tokyo Women's Christian Univ.)
- PT-38 Ecophysiological significance of red-brownish needle color change in *Abies mariesii* grown at timberline on Mt. Norikura  
Hashimoto, Y., Yamazaki, J., Maruta, E., Kamimura, Y. (Toho Univ.)
- PT-39 Effects of winter stresses on dry matter production of *Abies mariesii* at the tree-line on Mt. Norikura  
Maruta, E. (Toho Univ.), Ikeda, T. (Kyoto Pref. Univ.)
- PT-40 Factors affecting the mortality of larch seedlings in different successional stages on Mt. Fuji.  
Oguchi, A., Maruta, E. (Toho Univ.), Nakano, T. (Yamanashi Inst. Environmental Sciences)

講演要旨  
(口頭発表)

**Abstracts  
for  
Oral Presentations**

## 2001/02 年に開始する JARE 第 VI 期 5 カ年計画における海洋生物研究計画

Marine biology program in the next five years (phase 6th of JARE : Japanese Antarctic Research Expedition) starting in 2001/2002 season

福地光男、小達恒夫、渡邊研太郎、工藤 栄、内藤靖彦(極地研)

Fukuchi, M., Odate, T., Watanabe, K., Kudoh, S., Naito, Y. (NIPR)

The first year of five years program of JARE(Japanese Antarctic Research Expedition: Phase VIth) starts in 2001/2002 season by the JARE 43rd expedition. The marine science program focusing of the phase VIth have been discussed and planned among polar marine scientists for many years. Workshops and symposia on science plan have been organized at National Institute of Polar Research, the Oceanographic Society of Japan and the Australian Antarctic Division. Chartering an oceanographic polar ship is one of important plans of the program, which fulfills the limitation of oceanographic work on the icebreaker Shirase. The JARE headquarter has approved the marine science program including a charter ship. The charter plan is the first attempt of the JARE and the JARE 43rd will charter the RV Tangaroa. The Tangaroa is going to work in the sea ice area around 140° E in mid—summer (February 2002), when biological production becomes active in the Antarctic Ocean. The relationships between biological production and greenhouse effect gas production and the vertical transport of organic materials from the surface to deep ocean will be the focused on. Since further observations for several years after the summer of 2001/2 will be required to understand the role of the Antarctic Ocean in global climate change, the second charter plan for JARE 44 is proposed.

国立極地研究所の海洋研究者を中心とした南極海洋研究グループは、平成 13 年度から始まる JARE 第 VI 期計画の主要研究課題として、氷縁域に起こる物理・化学・生物海洋学的現象を中心に据えた「南極海総合研究計画(Antarctic Ocean in Earth System, AOES project)」を立案してきた。しかしながら、従来の JARE の枠組みの中では、様々な制約から、氷縁域における時空間的に連続した観測、特に生物生産が活発となる盛夏の観測を行うことは困難であった。時空間的な観測を行うためには、「しらせ」以外の海洋観測船を導入する必要がある。

現在進めている海洋観測船を導入した観測計画では、観測対象重点海域を昭和基地沖(A 海域)、ケルゲレン海台を含む海域(B 海域)及びタスマニア南方海域(C 海域)の 3 海域としている(図 1)。A 海域は、長年にわたり JARE での観測実績がある海域であり、南大洋インド洋区の中でも海水の張り出し・退行が大きい海域である。B 海域では、pCO<sub>2</sub> やクロロフィル濃度のアノマリーが観測されており、ケルゲレン海台の存在と海洋物理構造の変化との関連が指摘されている。C 海域は、海水の張り出し・退行がきわめて小さい海域であり、A 海域との比較により、生物生産過程及びそれに伴う地球温暖過程に及ぼす海水の役割を解明できる。

南極地域観測第 VI 期 5 カ年計画初年度にあたる平成 13 年度出発の第 43 次南極地域観測隊(以下、JARE-43)では、「しらせ」で行動する観測隊本隊(夏隊・越冬隊)による観測とは別に、「専用観測船」の夏隊による海洋観測が初めて認められた。JARE-43 の隊員構成は、従来通り、越冬隊 40 名、夏隊 20 名の計 60 名である。副隊長の 2 名の内 1 名は「専用観測船」乗船の副隊長、夏隊の研究観測 8 名の内

3名は「専用観測船」乗船の隊員である。「専用観測船」乗船の隊員構成は、隊員4名（副隊長1名、隊員3名）と同行者21名である。これまで観測隊の同行者として参加できる大学院学生は総合研究大学院大学の学生に限られてきたが、今回、同行者に関わる規則を改正し、他大学の大学院学生が参加できるようになった。

JARE-43での「専用観測船」を用いた観測計画では、今まで「しらせ」の観測では困難であった生物生産が活発となる盛夏の観測を行う。中心研究課題名を「季節海水域の光合成に始まる物質循環機構の解明」とし、生物生産と地球温暖化に関わるガス成分の生成過程及び有機物の鉛直輸送過程を明らかにすることを目標とする。「専用観測船」に乗船するJARE隊員は「南極地域観測第VI期5ヵ年計画」に関わる観測実施項目を行い、関連する研究項目として「南極海と地球環境に関する総合的研究」の一部が同行者によって実施される。両研究課題は有機的に関連しており、地球規模の気候変動に果たす南極海の役割を理解するために役立つものである。「専用観測船」の観測海域は、海域Cである。

行動計画を以下に示す。

平成14年2月2日 空路日本を出国

平成14年2月6日 オーストラリア・ホバート出港

平成14年2月9日 南緯55度南下

C海域における海洋観測

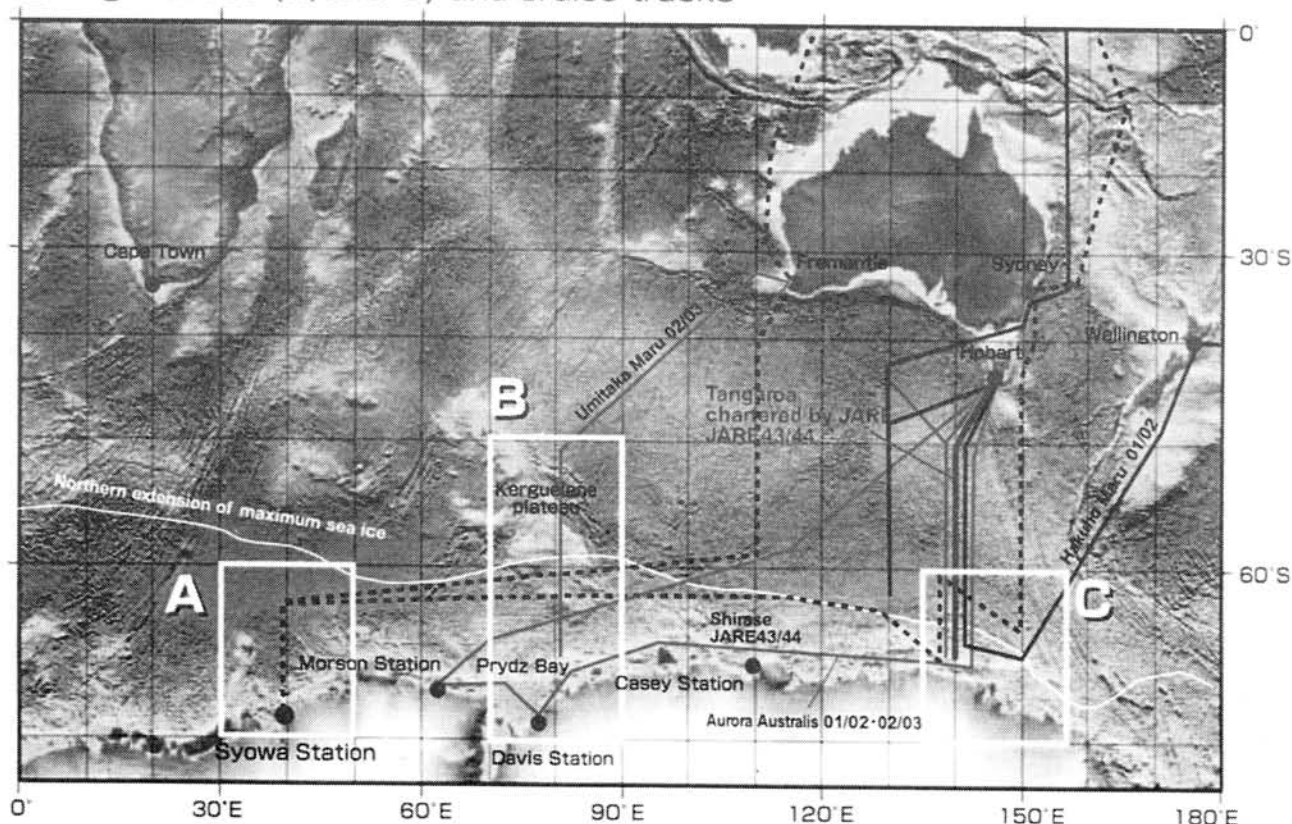
平成14年3月2日 南緯55度北上

平成14年3月7日 オーストラリア・ホバート入港

平成14年3月10日 空路日本へ帰国

「しらせ」以外の「専用観測船」による海洋観測がJARE-43で実施される。これは40年以上に渡る日本南極地域観測史上初めてのことである。南極観測隊の「オーロラ・オーストラリス号」の航海、2001年1月に実施される東京大学海洋研究所「白鳳丸」の航海に続くもので、対象海域での時系列データを取得する上でまたとない機会である。なお、同海域には3月中旬にJARE-43の「しらせ」が立ち寄ることになっている。

■Target areas (A, B & C) and cruise tracks



## CHINESE MARINE SCIENCES IN THE POLAR OCEANS

Zhaoqian Dong

Polar Research Institute of China

451 Jinqiao Rd, Shanghai 200129, China

This report outlines Chinese marine sciences including marine biology both in the Southern Oceans and the Arctic Ocean for facilitating consideration of international collaborations in bi-polar oceans. Field investigations and research for the past five years and the scientific plan for the next five years (2001 --2005) are briefly introduced.

During the period of 1995-2000, the major field investigation and research areas in the Southern Oceans were in the Prydz Bay region ( $65^{\circ}$  S to the Antarctic continent or ice edge,  $70^{\circ} 30' - 75^{\circ} 30' E$ ) and the Bransfield Strait (the Central and the Eastern Basins) in the north of the Antarctic Peninsula. Furthermore, two semi-circumpolar samplings on property and productivity of the surface water and upper ocean underway trawling along the northern edge of sea ice in the Southern Oceans and two Sippican XBT/XCTD sections north of the Weddell Sea and from the Prydz Bay to Fremantle were also carried out. During July-September 1999, the First Chinese Expedition to the Bering Sea, Chukchi Sea and the Canadian Basin in the Arctic Ocean was successfully carried out for a comprehensive study. The detail of what we achieved for this activity can be seen in *Men. Natl Inst. Polar Res.*, Sepc. Issue, 54, 331-336, 2001.

The National Tenth-Five-Year plan between 2001 and 2005 for the Southern Oceans and the Arctic Ocean will be concentrated in the following scientific directions.

1. Mechanism and dynamic pattern of the Antarctic Circumpolar Waves (ACW) and the Antarctic Circumpolar Current (ACC).
2. Processes of the Antarctic and the Arctic water masses and their dynamic transportation.
3. Variability of Antarctic circumpolar sea ice in relation to climate change.
4. Carbon flux and its biogeochemistry processes in the Southern Indian Ocean.
5. Sea ice ecology and its contribution to the environment of the polar oceans.
6. Biology, ecology and resources of the Antarctic krill.
7. Specific property of microorganism in the polar low temperature and its practical applications.
8. Monitoring of ocean environment in the bi-polar oceans.

The general cruise plan is as following:

CHINARE-18(2001/02): Shanghai→ Christchurch(along the ice edge in the south Pacific)→Great Wall Station(through north of Weddell Sea)→ Zhongshan Station→ Fremantle→Shanghai (four months and fifteen days).

CHINARE-19(2002/03): Shanghai→Fremantle→Zhongshan Station→ Fremantle→ Shanghai.

The Second National Arctic Expedition(2003): Bering Sea, Chukchi Sea and the Canadian Basin.

CHINARE-20(2003/04): The same as CHINARE-18.

CHINARE-21(2004/05): The same as CHINARE-19.

CHINARE-22(2005/06): The same as CHINARE-18.



## JARE の記録から見いだされる南大洋インド洋セクター表面水のケイ酸分布の特徴

Features of surface  $\text{SiO}_2$  distributions in the Indian sector of the Southern Ocean, found from the JARE records.

大槻晃久(北大院地球環境)、渡辺修一(JAMSTEC)、小達恒夫、福地光男(極地研)

Akihisa Otsuki (Hokkaido Univ.), Shuichi Watanabe (JAMSTEC), Tsuneo Odate and Mitsuo Fukuchi (NIPR)

Using the JARE data, characteristics of surface water  $\text{SiO}_2$  distributions in the Indian sector of the Southern Ocean were investigated. Surface  $\text{SiO}_2$  concentrations were high in A and C zone, but they were low in B and D zone (see Fig. 1). These differences were made by existence of cyclonic gyres along the Antarctica. Furthermore, 5–10 year period cycle of interannual variation of the  $\text{SiO}_2$  concentration was found in the southern part of C zone (Fig. 2). It is considered that this variability is related with the atmospheric circulation and oscillation such as the Antarctic Circumpolar Wave.

海洋における栄養塩の一種であるケイ酸塩は、表層で珪藻に優占的に消費され、いったんオパールとして沈降してしまうと表層へ回帰しづらいため、富栄養と言われる南大洋でも、低緯度側海域表層では枯渇しやすい。したがって表層において観測される高いケイ酸塩濃度は、深層水の湧昇・発散・移流の指標として有効である。日本南極地域観測隊(JARE)では、1956年の「宗谷」の初航海以来、昭和基地への往路・復路で表面水の栄養塩濃度を測定しているが、JAREの航跡は時代とともに変更されており、結果として南大洋インド洋セクターを空間的・時間的に広くカバーする表面水栄養塩濃度データセットが得られていることになる。そこで本研究では、「南極資料」および「JARE Data Reports」に公開されているデータから、南大洋インド洋セクターにおける表面水ケイ酸濃度の分布の特徴、およびその経年変動を調べ、以下のような特徴を見いだした。

### 空間的分布

JAREの航跡を整理すると、Figure 1にあるようなそれぞれ経度  $20^\circ\text{E}$ 、 $40^\circ\text{E}$ 、 $110^\circ\text{E}$ 、 $150^\circ\text{E}$  を中心とするA～Dの海域に分類できた。その海域ごとに表面水ケイ酸濃度を緯度に対して平均すると、A・C海域でケイ酸濃度の高い表面水が低緯度方向へ張り出していたが、B・D海域では相対的に低濃度であった。これは低気圧性海洋渦が恒常的にウェッデル海東方およびウィルクスランド沖に存在し、時計回りの渦の中心部付近(A・C)では、ケイ酸を多く含む深層水が低緯度側まで広範囲に表層へと供給される(高密度面が表層へ露出)一方、渦の東側(B・D)では、低緯度側から高緯度側へケイ酸濃度の低い南極周極流表層水が引き込まれるためと考えられる(Fig. 1)。なお、前者の低気圧性渦は Weddell Gyre、後者は Wakatsuchi et al. (1994)が発見し、その成因を研究した Wilkes Land 沖に形成される低気圧性渦である。

### C 海域における経年変動

C 海域においては、1965 年の「ふじ」就航以来、30 年以上にわたってデータが得られており、経年変動を論じることが可能である。 $110^\circ\text{E}$  付近の  $59\text{--}60^\circ\text{S}$  では、大気場の変動(例えば南極周極波)に呼応したとみられる約 5–10 年周期の表面水ケイ酸濃度の変動が見られた(Fig. 2)。大気場の変動が、Wilkes Land 沖の渦の勢力に影響を与え、当該海域へ高ケイ酸濃度の発散域の水と低ケイ酸濃度の周極表層水が、交互に移流するためと考えられる。なお Figure 2 からは、1975 年以前はケイ酸濃度が減少する傾向、1975 年以降はやや増加する傾向も見いだされる。これは南極周極波よりも長周期な大気場の変動の存在や、長期的に珪藻の一次生産量・生物群集組成に変化が生じたことを示唆しているのかもしれない。

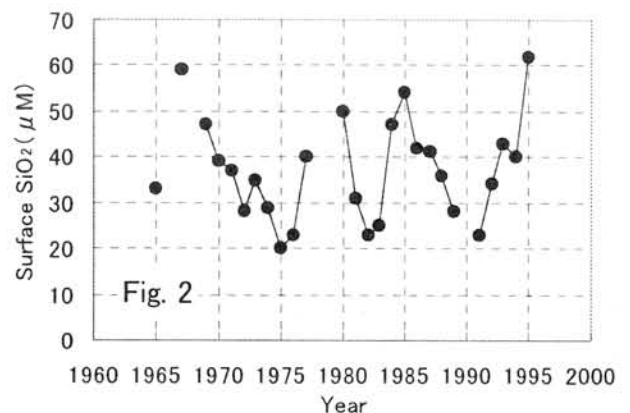
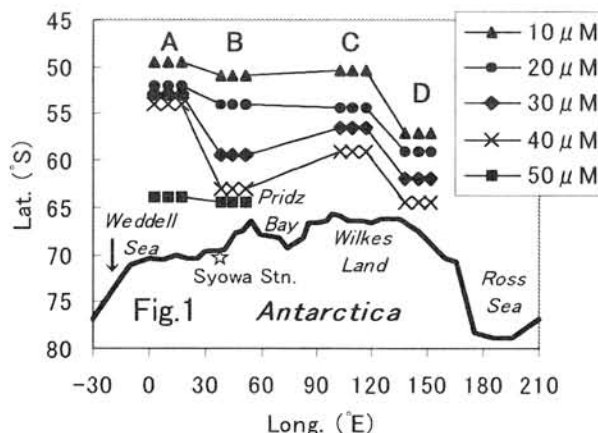


Figure 1: Averaged surface water  $\text{SiO}_2$  concentrations of the JARE data.

Figure 2: Interannual variability of surface  $\text{SiO}_2$  concentrations in  $59\text{--}60^\circ\text{S}$  area of the C zone.

## TAXON-SPECIFIC SUBSURFACE CHLOROPHYLL MAXIMA IN THE SOUTHERN OCEAN SOUTH OF TASMANIA

S. W. Wright<sup>1</sup>, R. L. van den Enden<sup>1</sup>, F. B. Griffiths<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Australian Antarctic Division, Kingston, Tas., Australia

<sup>2</sup>CSIRO Marine Laboratories, Hobart, Tas., Australia

Phytoplankton populations in a transect through waters of Subtropical (STZ), Subantarctic (SAZ) and Inter-Polar Front (IPFZ) zones south of Tasmania were analyzed from HPLC pigment signatures, microscopy and flow cytometry in March 1998. CHEMTAX software was used to apportion total chlorophyll between diatoms, dinoflagellates, chlorophytes, prasinophytes, cryptophytes, cyanobacteria and two groups of haptophytes (derived from Jeffrey and Wright, 1994): 'hapto3s' (e.g. coccolithophorids) and 'hapto4s' (e.g. *Phaeocystis* sp.). This allowed analysis of the distribution of phytoplankton populations in much more detail than possible by microscopy.

Average chlorophyll *a* standing stocks in the STZ and SAZ were very similar, 27.4 and 26.0 mg.m<sup>-2</sup>, respectively, but were lower in the IPFZ (16.1 mg.m<sup>-2</sup>). Picoplankton and nanoplankton dominated the primary production except at one station in the IPFZ. CHEMTAX analysis suggested that the main components of phytoplankton in the STZ and SAZ were hapto4s (about 20%), chlorophytes (about 16%) and prasinophytes (about 20%). Cyanobacteria averaged about 20% in the STZ, decreasing steadily to 2% in the IPFZ. Diatoms were a minor component (10%) in the STZ but averaged 39% (range 12-59%) in the IPFZ. Hapto3s averaged about 5% in the STZ, but 10% in the SAZ and IPFZ. Other groups made minor (<10%) contributions.

Vertical profiles showed subsurface chlorophyll *a* maxima (SCMs) in the IPFZ (large and >100m deep, where CHEMTAX found predominantly diatoms, hapto4s and cryptophytes) and STZ (shallower and smaller, predominantly cyanobacteria, chlorophytes and prasinophytes). CHEMTAX also suggested the presence of taxon-specific SCMs (tsSCMs) within chlorophyll stocks across the whole transect. Even within the relatively uniform distribution of chlorophyll in the SAZ, taxa were stratified at various depths. Hapto3s lay at 50m in the STZ and northern SAZ, deepening to 100 m in the southern SAZ and IPFZ. Cyanobacteria lay at 30m in the STZ and 60 m in the northern SAZ. In the SAZ, prasinophytes were typically found at 60–75 m, chlorophytes and diatoms at 40 m, while cryptophytes, dinoflagellates and hapto4s were usually shallower than 30 m. The changing depths of taxa suggest this is not a simple pigment optimization artefact, but microscopical data were insufficient to confirm these findings. The tsSCMs lie across gradients in light and nutrient concentrations and could also involve species succession. Further studies are required to determine their significance in the formation of more general subsurface chlorophyll maxima, common features of the Southern Ocean.

Jeffrey, S.W., Wright S.W. 1994. In: Green, J.C., Leadbeater, B.S.C. *The Haptophyte Algae*. Clarendon Press, Oxford, pp. 111–132.

## Picoplanktonic phytoplankton in Antarctic waters

Akira ISHIKAWA\*, Simon WRIGHT\*\*, Harvey MARCHANT\*\*, Andrew DAVIDSON\*\*,  
Rick van den ENDEN\*\* and Gerry NASH\*\*

\*Mie University, \*\*Australian Antarctic Division

The abundance and distribution of picophytoplankton ( $< 2 \mu\text{m}$ ) in Antarctic waters have been described in many studies. However, little is known of species composition of the picophytoplankton. In this study, we report the community composition of the picophytoplankton, based on electron microscopy (SEM and TEM), HPLC of pigments and subsequent CHEMTAX analysis.

Water samples were collected from the ship's clean seawater intake (7 m deep) in Antarctic coastal waters (27 January to 12 February, 2001). Samples were filtered through a Whatman GF/F glassfiber filter in duplicates for analysis of total chlorophyll *a* using HPLC. The picoplankton fraction was obtained by duplicate filtrations using a  $2 \mu\text{m}$  pore-size Nuclepore filter. An aliquot of each filtrate was then filtered through a GF/F filter in duplicates for HPLC and CHEMTAX analysis. Another pico aliquot was filtered through a  $0.2 \mu\text{m}$  pore-size Nuclepore filter that was stored in 1 % glutaraldehyde in seawater at  $4^\circ\text{C}$  for subsequent SEM observation. The pico fraction was also concentrated using a centrifuge and organisms were put on grids at sea for subsequent TEM observation.

SEM observations revealed the presence of small and spindle-shaped thin intact diatoms, such as *Fragilariopsis*, *Cylindrotheca*, *Nitzschia* and *Pseudo-nitzschia* species, as well as Parmales in the pico fraction. Nitzschoid pennate diatoms passed through the  $2 \mu\text{m}$  filter, even though their apical length exceeded  $10 \mu\text{m}$  or  $20 \mu\text{m}$ , because their passage is determined by their width rather than length. Shadow cast TEM samples revealed the presence of *Phaeocystis* sp. in the pico fraction as well as diatoms and Parmales. Concentrations of  $> 2 \mu\text{m}$  chlorophyll *a* (total chlorophyll *a* minus  $< 2 \mu\text{m}$  chlorophyll *a*) ranged from  $0.04$  to  $0.35 \mu\text{g l}^{-1}$ . Concentrations of  $< 2 \mu\text{m}$  chlorophyll *a* were very low ( $0.007$  to  $0.033 \mu\text{g l}^{-1}$ ) representing 6.5 - 29.3 % of the total chlorophyll *a*. Nine major phytoplankton groups were classified in the CHEMTAX analysis: Cryptophytes, Dinoflagellates, Prasinophytes, Chlorophytes, Cyanobacteria, Diatoms and three categories with Haptophyte pigmentation representing coccolithophorids (type 6), and two groups (types 5a, b) that may contain *Phaeocystis antarctica*, Pelagophyceae and/or Parmales. Cyanobacteria contributed most of the chlorophyll *a* (mean 44%), Hapto5a and Hapto5b accounted for 16 and 20 % respectively, Cryptophytes 10% and Diatoms only 7 %. However, as pico chlorophyll *a* increased, the relative contribution by Cyanobacteria declined ( $r^2 = 0.56$ ,  $p < 0.005$ ).

Although Antarctic picophytoplankton are commonly minor components in the total phytoplankton population, their abundance in terms of chlorophyll *a* may vary greatly with location and season in Antarctic waters. This variability may correspond to changes in the relative abundances of picophytoplankton taxa.

# DIATOM FLUX UNDER SEA ICE COVER IN NELLA FJORD, LARSEMANN HILLS, EAST ANTARCTICA

Jianfeng He<sup>1,2</sup>    Bo Chen<sup>1</sup>    Minghong Cai<sup>1</sup>

1. Polar Research Institute of China, 451 Jinqiao Road, Shanghai 200129, China

2. Xiamen university, 422 Simingnan Road, xiamen, Fujian 361005, China

Sedimenting particles under the fast ice were collected by sediment traps at one station in Nella Fjord, Larsemann Hills, from July 1 to December 30, 1997. The sampling intervals were 26-44 days in winter and about one week after mid November. Vertical diatom fluxes varied from 0.4 to  $175.0 \times 10^6$  cells  $\text{m}^{-2} \text{d}^{-1}$  out of the euphotic zone and 0.2 to  $462.4 \times 10^6$  cells  $\text{m}^{-2} \text{d}^{-1}$  at 140-m depth near the sea floor. A peak in mid December and a small peak in mid November were observed at both depths. The higher fluxes of empty diatom frustules occurred obviously at 140-m layer, especially in austral winter, caused by resuspension of sediments on the floor.

Microscopic analysis of particles revealed that *Nitzschia curta* and *N. cylindrus* were common during winter and *Enomeneis kjellmannii*, a typical species associated with sea ice, was predominant between November and early December. In mid December *Thalassiosira antarctica* became the dominant diatoms and it was replaced by *Nitzschia barkelyi* and *N. curta* at the end of December.

The POC fluxes ranged from 6.9 to  $132.0 \text{ mg C m}^{-2} \text{d}^{-1}$  out of the euphotic zone and from 15.3 to  $160.7 \text{ mg C m}^{-2} \text{d}^{-1}$  at 140-m depth, respectively. The seasonal variations of diatom carbon fluxes showed a similar tendency of those of the POC fluxes except at the end of December when *Phaeocystis* sp. bloomed in the underlying upper water column.

The calculation based on the cell plasma volume of diatoms revealed that the diatom carbon contributed from 0.1 to 64.8 % of the POC fluxes during the study period, with averages of 34.5 % out of euphotic zone and 23.5 % at 140-m depth, respectively. In which, *E. kjellmannii* contributed 48 % and 42 % of diatom carbon fluxes at two depths, respectively. So at least 1/6 of POC flux originated from sea ice throughout the sampling period and ice diatom was an important source of the POC flux under sea ice cover.

## 1996 年～2001 年の南極海プリッツ湾沖の深海測点における 沈降粒子量の長期変動

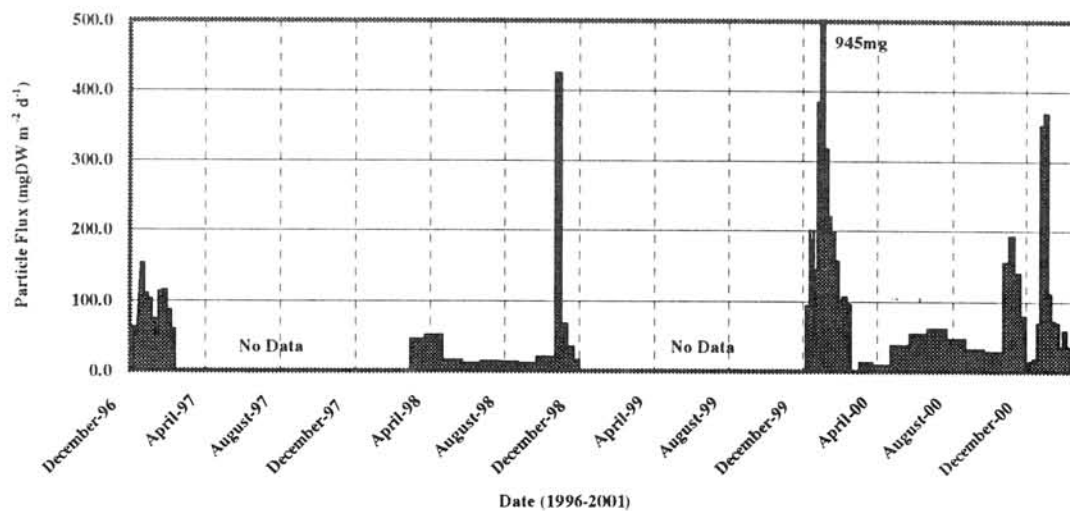
### Long-term observation of downward particle flux at a deep station off Prydz Bay in the Antarctic Ocean (1996-2001).

佐々木洋(石巻専修大)、鈴木英勝(石巻専修大)、小達恒夫(極地研)、  
福地光男(極地研)

H. Sasaki (Senshu Univ. Ishinomaki), H. Suzuki (Senshu Univ. Ishinomaki),  
T. Odate (NIPR), M. Fukuchi (NIPR)

Long-term observations using sediment traps have been made as part of JARE (Japanese Antarctic Research Expedition) activities at deep sites off Prydz Bay of the Antarctic Ocean since 1996 (JARE38). A marked seasonal variability of downward particle flux was observed; high in summer (mid-November to mid-February) and low in winter (mid-February to mid-November). Multiple peaks of flux were found during the summer period, suggesting sporadic increases of sinking particle mass occurring in meso- and bathypelagic waters probably due to heterogeneous environments in surface layers of seasonally ice-covered zone of the Antarctic Ocean.

日本南極地域観測隊による、南極海域長期観測計画の一環として、1996 年以降南極海インド洋区のプリッツ湾沖の定点における、セディメントトラップ継続的係留観測が行われた。観測機器のトラブルなどのため、これまでの期間の全ての試料が揃ってはいないが、1996 年 12 月～1997 年 2 月、1998 年 3 月～12 月、1999 年 12 月～2001 年 2 月までの観測結果について報告する。フラックス(粒子乾重量、下図)は夏季に高く、冬季に低い、明確な季節変化が認められた。しかし夏期間(11月中旬～2月中旬)においては、11月～12月にかけて急激な増加が観測されるなど、その変動も激しい。このようなフラックスの変動は季節的氷域表層の不均一な環境変動を反映していると思われる。





# 蛍光色素標識法による南極海に生息する二枚貝類と腕足類の成長解析

## Analysis of growth performance in Antarctic bivalve and brachiopod by fluorescent substance

大越和加(東北大院・農)・大越健嗣(石巻専修大・理工)

Waka Sato-Okoshi (Tohoku University) and Kenji Okoshi (Ishinomaki Senshu University)

There are few analytical studies on the growth performance in Antarctic species. The mollusc shells contain a record of both their life history and environmental changes. The object of this study is to develop a method of marking the shells of Antarctic benthic molluscs with a fluorescent substance in order to obtain effective information on shell formation and growth. Growth rate determination in *Laternula* sp. inhabiting Skarvsnes was attempted using a fluorescent substance, tetracycline(TC), as a growth marker. The specimens were exposed to TC solution of 200 mg/l for periods of 24 h at about 2 °C without food. Distinct and narrow yellow fluorescent line was identified from umbonal part to ventral margin in animals examined. Difference in growth rate was observed among the part of the shell. In umbonal region, relatively rapid growth was observed. Whereas in the central part lower growth rate was observed. Similarity of growth performance between the left valve and right one was observed. We measured the distance between the fluorescent mark and the inner surface of the dorsoventral section of the shell and estimated daily growth rate of *Laternula* sp.

極域に生息する貝類の成長過程や寿命については不明な点が多い。これらの年齢査定は主に貝殻に見られる成長縞という構造によって行なわれているが、縞の形成は貝自身の生理的要因や環境要因に左右されることが明らかとなっており、成長縞のみの解析では成長速度や年齢の特定は困難な場合が多い。本研究では、演者らが開発し、貝殻形成過程の解析法として有効性が確認されている蛍光色素標識法を用いて、南極海に生息する貝類の貝殻への標識の可能性と貝殻形成の特性解析を検討した。南極海リュツオ・ホルム湾のスカルブスネスでドレッジにより採集されたオキナガイ科(Laternulidae)の二枚貝 *Laternula* sp. では TC 濃度 200mg/l, 処理時間 24 時間で明瞭な標識が可能であった。また、低温(2 °C)で標識が可能であることが今回はじめて明らかになり、よって本法は極域に生息する貝類にも適用できることが確かめられた。背腹切片の観察から貝殻の厚みを増す肥厚成長は殻頂部に近い部分が単位時間あたりの成長量が多いことが明らかになった。したがって成長量は部位別に異なることが明らかになり、また左右殻では肥厚成長の傾向は似ていた。縁辺部の伸長成長も確認され、標識部位から縁辺部までの長さから日間成長量を算出した。



# ウミガラスにおける潜水時の体温上昇

Increase of body core temperature during diving in Brunnich's Guillemot.

新妻靖章 (JST), ガブリエルセン GW (NP), 佐藤克文 (NIPR), 内藤靖彦 (NIPR),  
綿貫豊 (北大)

NIIZUMA Yasuaki (JST), Geir W. GABRIELSEN (NP), SATO Katsufumi (NIPR),  
NAITO Yasuhiko (NIPR), and WATANUKI Yutaka (Hokkaido Univ.)

Many avian species frequently dive longer than calculated aerobic diving limits. From the view of their diving behavior and efficiency, however, it is a convincing concept that they do not accumulate anaerobic by-products in most dives. Recent studies suggest that reduction of body temperatures could enable to metabolize aerobically throughout longer dives. In this study, body core temperatures and diving depth of Brunnich's Guillemot (*Uria lomvia*) were measured by using an implant data logger while they were free diving. Their body temperatures significantly increased when they had long and deep dives than when they did short and shallow ones. These results show no evidence that reduction of body temperature extends aerobic diving time in the Guillemot.

多くの潜水性の鳥類は理論的に求められた有酸素潜水限界時間より長く潜水することが知られている。しかし、潜水効率の点から考慮すると、それらの鳥が頻繁に無酸素呼吸によって潜水しているとは考え難い。近年、より長い潜水を有酸素呼吸によって可能とする生理的メカニズムとして潜水中の低体温が注目されている。本研究では、野外で自由行動するウミガラス(*Uria lomvia*)の体温と潜水行動を自動記録系を用いて測定した。ウミガラスが長く深く潜水すると、短く浅い潜水のときよりも、より体温が上昇することが観察された。この結果は、ウミガラスが低体温以外のメカニズムによって長い潜水を達成している事を示唆している。

繁殖期ウェッデルアザラシのエネルギー要求度に応じた摂餌潜水

## Deep foraging dives in relation to the energy demands of Weddell seal mothers during lactation

佐藤克文（極地研）・三谷曜子（総研大）・M. キャメロン（ミネソタ大）・

D. スニフ（ミネソタ大）・内藤靖彦（極地研）

Katsufumi Sato (NIPR), Yoko Mitani (Grad. Univ. Advanced Study), Michael Cameron (Univ. of Minnesota), Donald Siniff (Univ. of Minnesota), Yasuhiko Naito (NIPR)

This study examined the behavioral adaptations of Weddell seals (*Leptonychotes weddellii*) to the increasing energy demand of lactation. Field studies were held from the end of October to early December at breeding colonies in Antarctica, around the Japanese Syowa station (69.00 S, 39.58 E), in 1999, and in Erebus Bay, McMurdo Sound (77.75 S, 166.50 E), in 2000. Several data loggers (depth, temperature and still picture) were used to monitor the behavior of adult females with 12- to 49-day-old pups. The loggers were deployed on free-ranging seals (1999,  $n = 11$ ; 2000,  $n = 30$ ) for more than one day. At logger deployment, seals were anesthetized with the inhalation anesthetic sevoflurane. The standard length and axillary girth of each animal were measured to calculate fatness ( $= \text{girth} / \text{length}$ ). Diving behavior varied markedly among individuals. Some seals did not dive below 50 m, while others spent more than 30% of the time on repeated deep dives. The pictures taken by the underwater camera mounted on seals illustrated that they sometimes encountered prey-like particles scattering at the depth around 300 m and captured fish in some cases. Total time percentage engaged to the deep dives significantly correlated with date, pup age and fatness of themselves. Deep diving behavior appears to compensate for increasing energy demand of pups. Since thinner females spent more time on deep diving, we concluded that nursing Weddell seals adjust their behavior according to their own energy stores decreasing during lactation.

南極における野外実験は、ウェッデルアザラシ繁殖期の10月から12月にかけて、昭和基地(1999年)およびマクマード基地(2000年)周辺において行われた。各個体が、授乳期のエネルギー要求度に応じて示す行動的適応を調べるために、深度・温度・静止画像を記録するデータロガーを、生後12日から49日の新生仔を持つ雌個体41頭(昭和基地周辺で11頭、マクマード基地周辺で30頭)に装着した。個体は麻酔により不動化してロガーを装着した。その際、胴回り長と標準体長を測定して、各個体の肥満度(=胴回り長/体長)を計算した。1から3日後にロガーは回収した。潜水行動は個体毎に大きく異なっていた。50m以深の深い潜水を全く行わない個体がいる一方で、30%以上の時間を深い潜水に費やす個体もいた。個体に装着した画像ロガーによって得られた映像によると、アザラシは300m前後まで潜った際に、しばしば餌状の粒子が濃密に分布する層に遭遇した。魚を捕獲するシーンをとらえた画像も得られた。各個体が深い潜水に費やしていた時間割合は、季節の推移・出産後の日数と有意な正の相関を持ち、各個体の肥満度とは負の相関を示した。新生仔のエネルギー要求度が増加するに従って、あるいは蓄積エネルギーが授乳期間中に減少していくにしたがって、母アザラシはより多くの時間を捕食を目的とした深い潜水に費やし、エネルギー供給を行っているようである。

## 北極陸上生物の研究計画とその展望

### Japanese projects on the terrestrial biology in the Arctic and their prospect

神田啓史 (極地研)

Hiroshi KANDA (National Institute of Polar Research)

The history of the research projects performed in the Arctic by Japanese is young. The geological and biological researches set in Svalbard since 1985 were probably the first project. After the collapse of Soviet Union, a tendency toward the international cooperation relevant to the Arctic regions had been enhanced. At the time, Arctic Environmental Research Center (AERC) was established in NIPR in 1990 and opportunities, which Japanese scientists can access to the Arctic regions, have been increased. Since NIPR also prepared the Japanese Ny-Ålesund Observatory in Spitzbergen, Svalbard, more than 30 scientists of the terrestrial biology have studied there. Similarly, the recent situation in Japanese projects concerning with Alaska, Arctic Canada and Siberia is increasingly going to change. The preliminary researches have carried out at several sites in the Canadian High Arctic in July, 2001. Expedition Fiord, White Glacier in Axel Heiberg Island and Oobloyah Bay, glaciers of Krieger Mountains, Weber Glacier in Ellesmere Island are selected as candidate fields. Comparing with the ecological study at the glacier foreland in Spitzbergen Island, new research project will commence to clarify the ecological change of vegetation and eco-physiological characteristics at the glacier in the Canadian High Arctic, which were affected by climate warming, so on.

本シンポジウムの陸上生物セッションでは、これまでに実施してきたスバルバル、アラスカ、北極カナダ、シベリアの調査概要の報告と展望について話題提供し、議論を深める事を目的とした。

北極に日本人が陸上生物プロジェクトを編成し、調査研究に望んだ歴史は比較的浅い。1985年、スピッツベルゲンで開始した地学、生物のプログラムがおそらく最初であったと思われる。旧ソ連の崩壊に伴い、北極を取りまく国々の国際的な研究協力の機運がにわかに高まってきた。同時期、1990年、国立極地研究所に北極圏環境研究センターが設立されて、急激に北極計画が進んだ。国立極地研究所はスバルバル、スピッツベルゲン、ニーオルスン地域に観測拠点をつくり、総合的な研究を進めてきた。とくに陸上生物分野では今日までにスピッツベルゲンに延べ30名の研究者が観測拠点を利用している。一方、これまではアラスカ、北極カナダ、シベリアで断片的に研究調査は行われてきたが、日本が観測拠点をかまえるほどのものはなかったが、急速に状況は変わりつつある。北極カナダにおいては、本年7月、予備的調査が行われた。来年度から予定されている本調査は、これまで実施されてきたスバルバルでの氷河末端域の生態系に関する比較研究であり、北極カナダで最近後退したと考えられる氷河末端域の植生学的、生理生態学的基礎研究が予定されている。予備調査ではアクセルハイベルグ島のエクスペディション・フィヨルド、ホワイト氷河と、エルズミア島のオーブローヤ湾、クリーガー山脈氷河群、ウェーバー氷河が候補地として選ばれた。本報告では両地域の概要を紹介し、調査研究の可能性について述べる。

# Ecosystem Carbon Cycle on a Glacier Foreland in Ny-Ålesund, Svalbard

## 北極ニーオルスン氷河後退域における生態系炭素循環

Takayuki NAKATSUBO (Graduate School of Biosphere Sciences, Hiroshima Univ.)

中坪孝之 (広島大・院・生物圏)

Current global warming predictions indicate that warming will be more pronounced at high latitudes in the Northern Hemisphere. It is considered that the matter flow rates in the high arctic ecosystem are strongly temperature-limited and therefore especially sensitive to the warming. However, quantitative data on the matter flow in the high arctic terrestrial ecosystem are limited.

In order to study the carbon cycle in the high arctic terrestrial ecosystem and to construct a compartment model for describing the cycle, we conducted a series of field studies in a deglaciated area in Ny-Ålesund. The pools and flows of carbon studied are: total soil carbon, plant biomass, microbial biomass, total soil respiration, root respiration, primary production of the vascular plant *Salix polaris* and primary production of mosses. The data suggest that the ecosystem is likely to be a net sink of carbon. However, recent studies on the net ecosystem production (NEP) have shown that NEP varied considerably depending on climatic conditions and on the physiological status of the plants. Ecological meaning of these results is discussed in relation to the perspective of future research.

地球温暖化の影響は、北半球の高緯度地域において最も顕著に表れると予測されている。高緯度北極の生態系では温度が主要な制限要因となっているため、特に温暖化の影響を受けやすいと予想されるが、高緯度北極の陸上生態系の物質フローに関する定量的研究は少ない。

演者らの研究グループは、高緯度北極の陸上生態系の炭素循環を明らかにし、そのコンパートメントモデルを作成する目的で、北極ニーオルセンにおいて一連の野外測定を行ってきた。これまでに、土壌炭素プール、植物および微生物のバイオマス、全土壌呼吸、根の呼吸、キョクチャナギおよび蘚類の一次生産量のデータが得られている。これらの結果から、調査地の生態系が炭素のシンクになっていることが示唆された。しかし、最近行なわれた測定から、生態系純生産量 (NEP) が気象条件や植物の生理状態によってきわめて大きく変動することも判明した。これらの結果の意味と今後の研究の展望について述べる。

Carbon emission  
the importance of lichens and  
algal crust  
Carbon flow is the winter season  
interaction between carbon and nutrient cycles. → ? important

アラスカにおける北極陸域生態研究の進展と現況

Progress and current state of research on terrestrial ecology of arctic Alaska

小島 覚 (東京女子大学)

Satoru Kojima (T.W.C.U., Tokyo, Japan)

Alaska is one of the regions in the north, that have been very well studied hence become quite well known for its ecological characteristics owing to the researchers' effort mainly of the University of Alaska and their associates. Research status, nevertheless, used to be rudimentary before 1950s because of extremely harsh physical environment, remoteness of the region, and very poor accessibility. Only handful of studies primarily on flora and fauna existed sporadically. However, since 1950s Alaska became a focal point of research stimulated by increasing social concern and interests from the national defense and resource exploration point of view. Yet, it was late 1960s to early 1970s that full-scale research on terrestrial ecosystems was initiated in conjunction with the IBP (International Biological Programme) and U.S. TBP (Tundra Biome Program) activities. Barrow was designated as an intensive study site for IBP. Tremendous research effort was then made to analyze and describe ecosystem structure, primary productivity, biogeochemical cycles, CO<sub>2</sub> evolution, microbial communities, and so on. As a result, a fare amount of knowledge and information about the Alaskan arctic ecosystems have accumulated. In 1970s, MAB (Man and Biosphere) started, which resulted in developing the ITEX research later in 1990. Toolik Lake became a central point of the ITEX studies in Alaska. In the mean time in 1970s, large-scale environmental impact assessment studies were carried out in conjunction with the construction of the Alaska Pipeline, which brought up a considerable knowledge on various features of northern ecosystems. In 1980s, a new research initiative, IGBP (International Geosphere-Biosphere Programme), started to promote global changes science. IGBP related studies focused upon functional aspects of ecosystems such as assessment of GHGs emission, evaluation of carbon budget and role of northern ecosystems, prediction of response and feedback of the northern ecosystems to global environmental change, and so on. Four sites were selected to link Alaska to FLUXNET and AMERIFLUX. Meanwhile, IASC (International Arctic Science Committee) adopted FATE as a comprehensive research plan related to terrestrial ecology.

As for Japanese involvement in ecological research in Alaska, not many activities were found until 1990s. There were some sporadic studies conducted by individuals or some university teams. In late 1990s, however, an institutional Japanese involvement in Alaska was initiated to develop a research station IARC (International Arctic Research Center) in the University of Alaska, Fairbanks. It is a research station established, managed and operated jointly by U.S.A. (Univ. of Alaska, NSF) and Japan (NASDA, JAMSTEC). The station was opened in 1997 and research projects are presently going on. As far as terrestrial ecology is concerned, a project administered by Dr. K. Kushida of Hokkaido University is currently under way. Its main aim includes: 1) to identify ecological zones of Alaska along a north-south transect from the North Shore to the Pacific Coast, 2) to describe vegetation and soil characteristics of representative zonal ecosystems, 3) to determine optic characteristics of the representative ecosystems via remote sensing technique, 4) to determine forestry characteristics, and 5) to elucidate fire history and ecological significance of wild fires in Alaska.



Modeling spectral reflectance from tundra in Alaska for satellite data interpretation.

Keiji Kushida<sup>1</sup>, Satoru Kojima<sup>2</sup>, Yong-won Kim<sup>3</sup>, Masato Shibuya<sup>4</sup>, Satoshi Tsuda<sup>5</sup>, and Masami Fukuda<sup>1</sup>

1. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, Sapporo, Japan
2. College of Arts and Sciences Tokyo Women's Christian University, Tokyo, Japan
3. International Arctic Research Center, University of Alaska, Fairbanks, Fairbanks, USA
4. Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, Japan
5. Institute for Basin Ecosystem Studies, Gifu University Gifu, Japan

We measured and modeled spectral reflectance factors on an Alaskan north-south transect in order to understand possibilities of spectral decomposition of tundra, and forest floors of tundra-taiga transition and taiga vegetation. Vegetation distribution in tundra zone indicates distribution of methane emission from tundra as well as active layer thickness and vegetation change with climate change. These distributions relate terrestrial carbon budget in tundra. In tundra-taiga transition zone, vegetation classification concerns with both methane emission and forest fire influence. Radiative transfer modeling gives a basis for interpreting remotely sensed data on taiga and tundra vegetation. There are many radiative transfer models of vegetation canopies, however, little field measurements of spectrum of tundra and taiga forest elements except for studies by Daughtry (1989) and Mesarch et al. (1999) in North America or BOREAS Project (Williams, 1991; Sellers et al., 1997) in Canada. If number of tundra and taiga forest components are enough small that we can easily decompose the whole spectrum into the components, accumulation of the componential spectral characteristics and interpretation of the whole spectral reflectance from this are useful. Tundra vegetation and taiga forest floors are composed by small patch of plant species. Some plant species may be spectrally separated, and others may not. Spectral decomposition of plant species corresponding different methane emission shows usefulness of remote sensing for methane emission distribution mapping. As a result of principal component analysis of multispectral data observed in about twenty points in each of the five quadrats along the Alaskan north-south transect, each of the spectrum of: (1) coastal tundra, (2) alpine tundra, and forest floor of (3) tundra-taiga transition, (4) taiga (Coldfoot), and (5) taiga (Fairbanks) were expressed as a liner combination of 7 to 5 component spectrums. These liner mixture models are useful for interpreting the satellite data in this region.



German-Russian Siberian Project  
(Laptev Sea 2000)

Frontier T. Chate  
Tokohama Y. Kodama  
Hokkaido Univ.  
Low Temp. Inst.

OT5

# Potential CO<sub>2</sub>-flux from a Siberian tundra environment

M. Boelter<sup>1</sup>, W. Müller-Lupp, K. Takata, H. Yabuki, R. Moeller

Warming  
~1.5°C per decade

During a field study in August 1999 measurements were performed on CO<sub>2</sub>-evolution from different soil profiles in an Arctic tundra environment at Samoylov Island, Lena Delta, East Siberia. Samples from 6 discrete depth layers, from surface horizon down to the permafrost table at 49 cm, were incubated at *in situ* temperatures in a dynamic chamber system. The soils show different characteristics, they are Psammoturbels in the top layers and Glacic Aquiturbels in the deeper horizons. The soil respiration data were combined with temperature measurements in depth layers of tundra environment near Tiksi. Records were obtained for 6 depths within the active layer (0 – 49 cm) with thermistors and recorded by an automatic weather station (GAME-Siberia Project). Data are available for the time period between September 1997 and August 1999. The temperature data are split into intervals of -5 – 0, 0 – 5, 5 – 10, 10 – 15, and >15 centigrades, and appropriate time spans for these temperature ranges are calculated for each month. These periods are regarded as time spans for different levels of soil microbial activity, as described by the *in situ* CO<sub>2</sub> production. Corresponding values of CO<sub>2</sub> production rates for the time spans of the temperature ranges are taken from the field measurements. Time spans of the temperatures (in hours) and CO<sub>2</sub> production rates (mg CO<sub>2</sub> g<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) can be used to calculate overall flux rates for a specific environment. Thus obtained results show high potential flux rates. By converting these data to area related figures we find fairly high CO<sub>2</sub> production rates for individual months, at levels of about 100 g CO<sub>2</sub> m<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, e.g., for July 1999. However, the CO<sub>2</sub> production is at zero level for long time in the year. These data are discussed in relation to results from other studies. Although changing effects due to changing substrate conditions, the effects of physical factors, especially freezing and thawing, show a central position in the control of the CO<sub>2</sub> flux from tundra soils.

<sup>1</sup> corresponding author's address:  
Institute for Polar Ecology  
University of Kiel  
Wischhofstr. 1-3, D-24148 Kiel  
Germany

講演要旨  
(ポスター発表)

**Abstracts  
for  
Poster Presentations**

## 昭和基地での海色衛星観測

### Satellite ocean color observations at Syowa, East Antarctica

渡邊研太郎・平譯 享・福地光男（極地研）

WATANABE, Kentaro, HIRAEAKE, Tooru and FUKUCHI, Mitsuo (NIPR)

An ocean-color satellite data receiving system was installed at Syowa station (69°00'S, 39°35'E) and the data has been received since late January, 2000 for monitoring primary productivity in the Indian Sector of the Southern Ocean north of Syowa. The antenna was installed on the north slope near the environment research building at Syowa and the number of the data received changed seasonally (Fig. 1).

The data were brought to the Center for Antarctic Environment Monitoring at the National Institute of Polar Research (NIPR) in Tokyo for processing to transfer to Goddard Space Flight Center of NASA. The coverage of the station includes Kerguelen Is. and Weddell Sea. The increase of estimated chlorophyll concentration was observed in the water north of fast ice edge near Syowa in March, 2000 after R/V SHIRASE left for home from Syowa.

昭和基地周辺海域の基礎生産をモニターするため、第 41 次南極地域観測隊において、海色衛星受信システム（TeraScan、SeaSpace Co.）を基地（69° 00' S, 39° 35' E）に設置し、2000 年 1 月末より衛星海色データ（SeaWiFS/Orbview-2）の受信を開始した。受信アンテナ（直径 1.2m）は環境科学棟海側の北向き斜面に設置し、約 70 m のケーブルで同棟内の受信処理装置へ接続した。記録用 DDS テープ交換のほか、毎週電子メールで送られてくる軌道情報の更新などを行った。可視光域の衛星からの観測が昼間の領域に限られるため、100 ライン以上の受信パス数、月間最大受信ライン数は図 1 の様な季節変化を示した。

4 月上旬に入り受信ライン数が減少し、1 週間ほどで受信できなくなった。受信アンテナのアライメント調整を行なって一時復旧したが、再び次第に受信ライン数が減少したため適宜アライメント調整を繰り返した。11 月になりアライメント調整の必要がなくなったことなどから低温障害と考えられる。第 43 次隊でレドーム内のヒーター容量を大きくする計画である。

データは日本へ持ち帰り、国立極地研究所の南極圏環境モニタリング研究センターで処理され、NASA との契約に従って Goddard Space Flight Center へ送られ、研究者の利用に供されている。受信範囲はインド洋南部のケルゲレン島からウェッデル海に及ぶ範囲をカバーしており、「しらせ」が昭和基地から東航して離脱した後の 2000 年 3 月、基地北方の定着氷縁沖の海域では、クロロフィル濃度の増加が観測された。

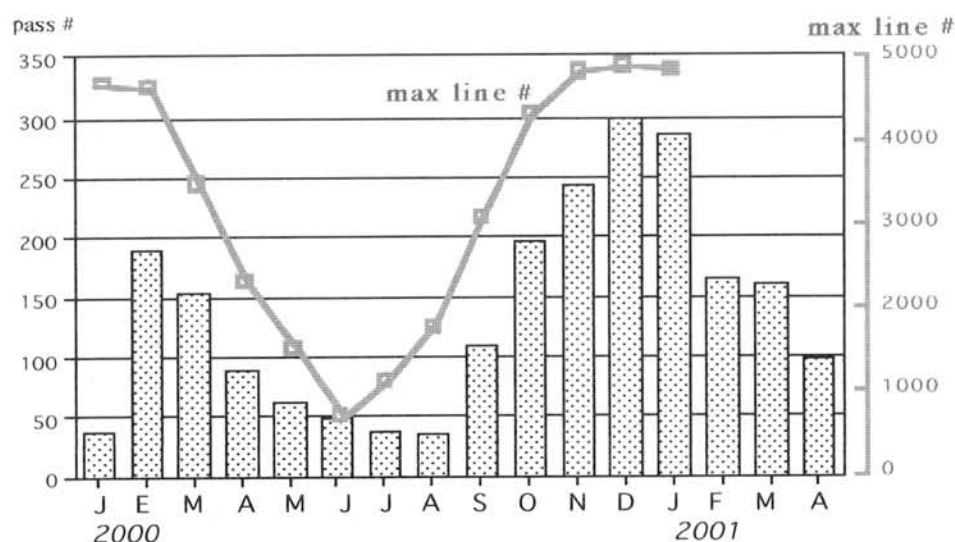


Figure 1. Seasonal variations of the number of passes and the monthly maximum number of the lines received for SeaWiFS/Orbview-2 images at Syowa station from January 2000.

**オホーツク海南西部における春季ブルームの年々変動  
～衛星マルチセンサリモートセンシングによるアプローチ～  
Interannual variability of spring bloom in the southwestern Okhotsk Sea  
— Approach using satellite multi-sensor remote sensing —**

松本 千鶴, 齊藤 誠一(北海道大学大学院水産科学研究科 資源計測学講座), 若土 正暁(北海道大学  
低温研究所)

Chizu Matsumoto<sup>\*1</sup>, Sei-ichi Saitoh<sup>\*1</sup>, Masaaki Wakatsuchi<sup>\*\*2</sup>

<sup>1</sup> Graduate School of Fisheries Sciences, Hokkaido University

<sup>2</sup> Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, Sapporo, Japan

We examined year-to-year variability of chl-a distribution in spring bloom during 1998-2000, by use of 8days mean chlorophyll *a* (chl-a) concentration image. To study the relationship between chl-a concentration and sea ice, we employed SSM/I 8days sea ice concentration image. In 1998, the regions where chl-a concentration became maximum were two types. One is that the period when chl-a concentration became maximum was the same period when sea ice melted. Another is that the period when chl-a concentration became maximum was late for sea ice melted. In 1999, almost all of the regions show the same period when chl-a concentration became maximum and sea ice melted. In 2000, the period when chl-a concentration became maximum was same in almost all the regions, and did not correspond so much with sea ice melted. Consider about entire southwestern Okhotsk Sea, in 1998, sea ice melted early and chl-a concentration peak was also early (April.7-April.14 ( $6.25\text{mg/m}^3$ )). Whereas, in 1999, sea ice melted later than in 1998, and chl-a concentration peak was later and larger than 1998 (May.1-May.8 ( $9.19\text{mg/l}^3$ )). It may suggest that the time when sea ice melted and the amount of the sun light increased and became stratification were matched up. Although, in 2000, sea ice melted as late as in 1999, there were no remarkable chl-a concentration peak and chl-a concentration was extremely low.

本研究ではオホーツク海南西部における 1998 年～2000 年の春季ブルームの年々変動の詳細について解析することを目的とする。オホーツク海南西部のクロロフィル *a* (chl-a)濃度分布は SeaWiFS 8days 平均画像から解析した。SeaWiFS 8days chl-a 濃度画像と SSM/I 8days 海氷密度分布画像とを用いて海氷と春季ブルームの関連性を調べた。

chl-a 濃度が最大になる時期は海氷が最も早く融解した 1998 年では、海氷融解時期と chl-a 濃度最大値を示す時期がほぼ一致している場所と海氷融解時期から遅れて chl-a 濃度の最大値を示す場所とが混在していた。1999 年では全体的に海氷の融解が早かった場所から chl-a 濃度の最大値を示した。2000 年では似た時期に chl-a 濃度の最大値を示す場所が多く、海氷融解時期との一致は少なかった。南西部全体でみると 1998 年では海氷の融解が早く、chl-a 濃度も早期から高まりを見せピークを迎える時期は 3 年間で最も早かった (4 月 7 日～4 月 14 日( $6.25\text{mg/m}^3$ ))。一方、海氷の消失が遅かった 1999 年では、chl-a 濃度の増加量が大きく、ピーク時の chl-a 濃度も 3 年間で最も高い値を示した(5 月 1 日～5 月 8 日( $9.19\text{mg/m}^3$ ))。理由としては、海氷融解時と日射量が増え、成層化が起こる時期とが重なったことが考えられる。しかし 1999 年同様、海氷融解が遅かった 2000 年では他の 2 年間のような大きなピークは見られず chl-a 濃度は 3 年間を通して極端に低かった。

## 好冷性植物プランクトン光合成系の光環境馴化機構

## Acclimation of psychrophilic phytoplankton to the light environment

菓子野康浩<sup>1</sup>、佐藤和彦<sup>1</sup>、工藤栄<sup>2</sup> (<sup>1</sup>姫路工大・理、<sup>2</sup>国立極地研究所)Kashino Y<sup>1</sup>, Satoh, K<sup>1</sup>, Kudoh S<sup>2</sup>, (<sup>1</sup>Himeji Institute of Technology, <sup>2</sup>NIPR)

For the precise understanding of light-adaptation mechanisms in ice algae, we investigated the composition changes of their photosynthetic system and photosynthetic pigments under the different growth irradiance. Ice algae, which were isolated from Saroma-ko Lagoon, and two species of mesophilic diatom were cultivated under different irradiance. The changes of pigments were analyzed by HPLC. The alteration of photosystems under different irradiance were assayed by 77K fluorescence spectra. The changes of polypeptide composition in photosynthetic system were assessed by a modified SDS-PAGE system in conjunction with immuno-staining. Those obtained data suggested the unique light-adaptation mechanisms; the light harvesting system decreased under low irradiance, the ratio of photosystem I to photosystem II changed drastically under different irradiance.

珪藻類は種々の海域で優占群集を形成する。海氷の発達する海域においてもアイスアルジーや春季～夏季にかけ海洋表層において主要な構成要素となり基礎生産活動を営んでいる。これらの珪藻類は海氷存在の有無や季節的な日射の変動、あるいは海洋表層の鉛直混合の変化に伴った光環境の変化に対して光合成機構を調節し、その環境での生命の維持はもちろん、効率的な基礎生産活動を営むことで優占群集となっていると思われる。私たちは、主に常温性の珪藻を使ってこの調節機構について調べ、その機構がよく調べられている高等植物や緑藻などの場合とは大きく異なっている可能性を指摘してきた。つまり、弱光下で補助色素の割合、そして系 I の割合を大きく減らしているというものである。今回、サロマ湖から単離したアイスアルジー株、そして比較のため常温性の珪藻 *Chaetoceros gracilis* および *Phaeodactylum tricornutum* を使って解析した結果を報告する。高速液体クロマトグラフィー (HPLC) による色素組成分析、そして液体窒素温度での蛍光発光スペクトル解析、電気泳動・免疫染色によるタンパク質組成分析を組み合わせることにより、生育光強度が変わることにより、光捕集系を含めた光合成系がどのように調節されるかを総合的に分析した。



南極海における植物プランクトンの色素分布  
Phytoplankton pigment distribution in the Antarctic Ocean

橋濱史典<sup>1</sup>、菓子野康浩<sup>1</sup>、佐藤和彦<sup>1</sup>、  
梅田晴子<sup>2</sup>、濱田千昭<sup>3</sup>、工藤栄<sup>4</sup>、平澤享<sup>4</sup>、渡邊研太郎<sup>4</sup>、福地光男<sup>4</sup>  
(<sup>1</sup>姫路工大・理、<sup>2</sup>総研大、<sup>3</sup>日油技研、<sup>4</sup>国立極地研究所)  
F. Hashihama<sup>1</sup>, Y. Kashino<sup>1</sup>, K. Satoh<sup>1</sup>,  
Y. Umeda<sup>2</sup>, C. Hamada<sup>3</sup>, S. Kudoh<sup>4</sup>, T. Hirawake<sup>4</sup>, K. Watanabe<sup>4</sup> and M. Fukuchi<sup>4</sup>  
(<sup>1</sup>Himeji Inst. Tech., <sup>2</sup>Grad. Univ. Advanced Studies, <sup>3</sup>Nichiyu Giken Kogyo Co., Ltd., <sup>4</sup>NIPR)

In the high latitude waters such as the Antarctic Ocean, many kinds of organisms constitute an ecosystem, whose biomass is large. In this ecosystem, the phytoplankton have a role of primary producer. And, an underwater light environment for the photosynthesis is different in depths or places. It is considered that, for the efficient photosynthesis, the phytoplankton control the composition of pigments and photosynthetic system under different light environment. However, the light-acclimation machinery of photosynthetic system in phytoplankton under the low temperature is not yet well known. In this work, we assessed the light-acclimation mechanisms of phytoplankton in the Antarctic Ocean based on their pigment composition. The phytoplankton was collected by filtration of seawater (2 to 4.3L) from different depths in 16 stations between early December 1999 and mid-March 2000. The photosynthetic pigments of collected phytoplankton were analyzed using HPLC.

The distribution of pigments in this area during the sampling period appeared through this analysis. It allowed us to estimate the composition of phytoplankton. Here, we will mainly focus on diatoms dominated in the high latitude waters and discuss its acclimation system to the change of light environment.

南極海のような高緯度地域の海域でも多種の生物が生息し、生物量も豊富である。そして、その生態系では多種の植物プランクトンが基礎生産者の役割を担っている。その光合成を行うために必須条件となる光環境は深度や場所によって異なっていて、その光環境に合わせて植物プランクトンは色素組成・光化学系の量比を調節し、効率的な光合成を行っていると考えられている。現在のところ、低温下での光環境変化に対して植物プランクトンが光合成系をどのように調節するのか未解明な部分が多い。そこで、本研究では南極海における植物プランクトンの光合成系が（光）環境の変化に対してどのように応答しているのかを明らかにする目的で、夏期の南極海で採取した植物プランクトンについて HPLC による色素分析を行った。採取したサンプルは、1999 年 12 月上旬から 2000 年 3 月中旬にかけて合計 16 地点（110°E に沿って 42°~59°S で 5 地点、150°E に沿って 47°~63°S で 5 地点、80°E・61°S 付近で 2 地点、昭和基地近海で 4 地点）で、深度を変えて 2~4.3L の水を汲み上げ、それを濾過することによって得られた。

この分析により、採取時点、採取地点における色素分布が明らかになり、またその色素組成よりどのような種類の植物プランクトンがどのような割合で存在しているかを推定することができた。そして今回は、高緯度地域の海域で優占することの多い珪藻類に着目して、その光環境に対する応答様式について光合成色素組成の面から議論する予定である。

# 2000/01 年夏季南極海インド洋区における一次生産過程の特性 Characteristics of primary production in the Indian sector of the Antarctic Ocean in austral summer of 2000/01

小達 恒夫<sup>1</sup>, 今井 圭理<sup>2</sup>, 野尻 幸宏<sup>3</sup>, 福地 光男<sup>1</sup>,  
サイモン・ライト<sup>4</sup>, グラハム・ホージー<sup>4</sup>

<sup>1</sup>国立極地研, <sup>2</sup>科学技術振興事業団, <sup>3</sup>国立環境研, <sup>4</sup>オーストラリア南極局  
Tsuneo ODATE<sup>1</sup>, Keiri IMAI<sup>2</sup>, Yukihiro NIJIRI<sup>3</sup>, Mitsuo FUKUCHI<sup>1</sup>,  
Simon WRIGHT<sup>4</sup> & Graham HOSIE<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>NIPR, <sup>2</sup>JST Co., <sup>3</sup>NIES, <sup>4</sup>AAD

Phytoplankton abundance and production were investigated in the Indian sector of the Antarctic Ocean in January and February of 2001, during the Voyage 6 of RMV Aurora Australis. Primary productivity using <sup>13</sup>C uptake method was measured after 24 hours of incubation (simulated *in situ*). High chlorophyll *a* concentrations ( $1.81 \pm 0.64 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ) and production rates ( $25.6 \pm 12.4 \mu\text{gC} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ ) occurred in Prydz Bay (south of  $67^\circ\text{S}$ ), whereas they were low in the open waters north of  $67^\circ\text{S}$  ( $0.24 \pm 0.14 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  and  $2.8 \pm 2.1 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ , respectively). A significant relationship was obtained between chlorophyll *a* concentration and production. Relationship between total daily photon flux and light utilization efficiency suggests that phytoplankton production was not limited by irradiance and was effectively conducted under low light intensity in the surveyed area.

南極海インド洋区における一次生産過程の特性を調べるために、オーストラリア南極観測隊「オーロラ・オーストラリス号」の航海に乗船した。

＜材料・方法＞ 植物プランクトンの生産量は、<sup>13</sup>C を用いた疑似現場法で見積った。クロロフィル *a* 濃度は、DMF 抽出による蛍光法で求めた。航海中の環境データは、Marine Science Support (AAD) によった。

＜結果・考察＞ 表面水中のクロロフィル *a* 濃度は、 $0.08 \sim 3.27 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  の間で変動した。 $1.0 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  を超える値は、ブリッツ湾奥部に観測された(図1)。南緯 67 度以南の海域における平均濃度は、 $1.81 \pm 0.64 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  ( $n=14$ ) であり、南緯 67 度以北の  $0.24 \pm 0.14 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  ( $n=43$ ) に比べ、約 7 倍であった。

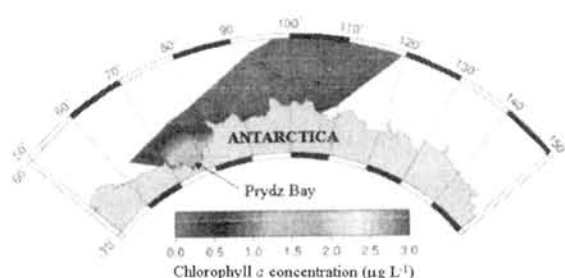


図1. 表面水中のクロロフィル *a* 濃度の水平分布。

生産量は、 $0.5 \sim 46.6 \mu\text{gC} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$  の間で変動した。クロロフィル *a* 濃度と同様に、 $10 \mu\text{gC} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$  を超える値は、ブリッツ湾奥部に観測された。南緯 67 度以南の海域における平均濃度は、 $25.6 \pm 12.4 \mu\text{gC} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$  ( $n=14$ ) であり、南緯 67 度以北の  $2.8 \pm 2.1 \mu\text{gC} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$  ( $n=43$ ) に比べ、約 9 倍であった。

クロロフィル *a* 濃度と生産量の間には有意な関係が得られた ( $p < 0.01$ ) (図2)。一方、光合成有効放射量 (PAR) とクロロフィル当たりの生産量の間には有意な関係がみられなかった。また、PAR と光利用効率 ( $\Psi$ ) の間には双曲線

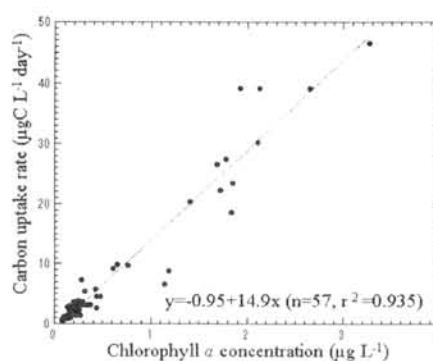


図2. 表面水中のクロロフィル *a* 濃度と生産量の関係。

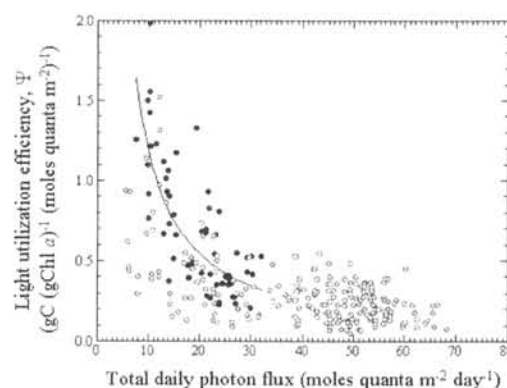


図3. PAR と光利用効率 ( $\Psi$ ) の関係。黒丸が本研究、赤丸は Falkowski & Raven (1997)。

の関係となった(図3)。今回得られた  $\Psi$  は、過去の報告に比べ若干高めで、特に PAR が低いところでその傾向が顕著であった。こうした結果から、当海域における一次生産過程は、光によって律速されていないこと、さらに低照度では、他の海域に比べ光利用効率の高い群集によりなされていることが示唆される。

本研究は、科学研究費補助金「南極海における海洋環境の中長期的変動に関する研究」(研究代表者: 福地光男) 及び国立極地研究所共同研究「極域海洋における一次生産過程の動態解析」(研究代表者: 野尻幸宏) によって実施された。



## 1999/2000 年の南極海インド洋区における珪藻群集の水平分布

## Horizontal distribution of diatom assemblages in the Indian sector of the Antarctic Ocean in 1999/2000.

五味泰史 (東北大・院・農)、梅田晴子 (総研大・極地研)、濱田千昭 (日油技研工業)  
渡邊研太郎 (極地研)、福地光男 (極地研)、谷口旭 (東北大・院・農)

Y. Gomi (Graduate School of Agriculture, Tohoku Univ.), H. Umeda (Grad. Univ. Advanced Studies), C. Hamada (Nichiyu Giken Kogyo Co., Ltd.), K. Watanabe (NIPR), M. Fukuchi (NIPR) & A. Taniguchi (Graduate School of Agriculture, Tohoku Univ.)

南極海における植物プランクトンの現存量や種組成は異水塊ではもちろんのこと同一水塊内においても変動することが知られている。そこで砕氷船「しらせ」により、第41次南極地域観測隊(1999/2000)が昭和基地への往復の際に、東経 39~150 度、南緯 54~67 度の南極海域においてバケツ表面採水した試料を用いて植物プランクトンの種組成および量の分布を調べた。

全試料において植物プランクトンの総細胞数の 95.5%以上を珪藻が占めていた。珪藻の細胞数は 2 月 17-25 日に南緯 65 度以南の海域において平均  $413.6 \times 10^3$  cells/l と多く、3 月 3-13 日に東経 90~150 度、南緯 58~65 度の海域において平均  $135.4 \times 10^3$  cells/l と少なかった。一方、12 月 8~17 日に南緯 54~64 度、東経 39~110 度の海域においては平均  $205.2 \times 10^3$  cells/l と中間的な値であった。

珪藻群集では *Chaetoceros curvisetum*, *Ch. dictyota*, *Ch. neglectum*, *Ch. sp.*, *Corethron criophilum*, *Dactyliosolen tenuijunctus*, *Fragilariopsis kerguelensis*, *F. spp.*, *Pseudonitzschia spp.* が優占していた。南緯 65 度以南の海域では *Dactyliosolen tenuijunctus* の優占率が高く、最高で 86.2%に達した。3 月前半の平均細胞数が少なかった海域では *Fragilariopsis spp.* が 28.4%以上(最高 63.2%)と優占していた。一方、12 月の南緯 54~64 度、東経 39~110 度の海域では優占する種が異なるさまざまな群集が不規則に分布していた。このような群集の違いを水塊と時期との点から議論する。

The diatom species abundance and its composition in the surface water in the Indian sector of the Antarctic Ocean was examined, using samples taken from December 8, 1999 to March 13, 2000 during by 41st Japanese Antarctic Research Expedition (JARE41). Diatoms dominated, accounting for more than 95.5% of total phytoplankton abundance. Diatom abundance was high (average  $413.6 \times 10^3$  cells/l) to the south of 65° S in February 17-25, low (average  $135.4 \times 10^3$  cells/l) between 58-65° S and 90-150° E in March 3-13, and intermediate (average  $205.2 \times 10^3$  cells/l) between 54-65° S and 39-110° E in December 8-17. *Chaetoceros curvisetum*, *Ch. dictyota*, *Ch. neglectum*, *Ch. sp.*, *Corethron criophilum*, *Dactyliosolen tenuijunctus*, *Fragilariopsis kerguelensis*, *F. spp.*, *Pseudonitzschia spp.* dominated in diatom assemblages. *Dactyliosolen tenuijunctus* dominated south of 65° S, accounting for up to 86.2%. *Fragilariopsis spp.* dominated in assemblages with low diatom abundance in March, accounting for more than 28.4% (maximum 63.2%). Between 54-64° S, 39-110° E in December, a mosaic of assemblages with different dominant species occurred. The causes of different diatom assemblages will be discussed from the view points of water mass and season.

南大洋における連続プランクトン採集器(CPR)と光学的プランクトンカウンター (OPC) の比較  
**Comparison of Zooplankton Abundance revealed by Continuous Plankton Recorder (CPR) and Optical Plankton Counter (OPC) in the Southern Ocean**

梅田晴子(総研大)・工藤 栄・小達恒夫・平澤享・福地光男(極地研)

H. Umeda (Grad. Univ. Advanced Studies), S. Kudoh, T. Odate,  
 T. Hirawake and M. Fukuchi (NIPR)

Every December and March, Oceanographic survey of surface water have been carried out in the Indian sector of the Southern Ocean austral summer as a part of monitoring programs of the Japanese Antarctic Research Expedition (JARE). During the JARE-41 cruise, CPR (Continuous Plankton Recorder) observation was conducted in the three tracks (North-South line, West-East line, South- North line). Concurrently, the continuous OPC (Optical Plankton Counter) observation on board was carried out, which counted particles in water pumped up from hull during the same three tracks. The plankton abundances detected by CPR and OPC. Correlation between CPR and OPC fluctuations was not clear at the present preliminary analysis. The plankton abundance detected by OPC was several orders of magnitude higher than that by CPR. Further analysis of the fluctuations in the plankton distribution, should be conducted for each class of particle size.

日本南極地域観測隊(JARE)は、砕氷艦しらせに搭載された表面海水モニタリングシステムを用いて海洋環境や植物プランクトン、また Optical Plankton Counter(OPC)を用いて動物プランクトンを対象とした粒子の観測を行っている。OPC は平行ビームを粒子に照射することによって、水中の粒子の数とサイズを自動測定し、記録していく観測器であり、南大洋以外の海域においても動物プランクトンの微細水平分布の解明に用いられている。しかし、粒子そのものの正体や粒子数変動要因など、判っていないことが多い。そこで本研究では、JARE41(1999~2000)において、表面海水モニタリングシステム、OPC、及び連続プランクトン採集器(CPR)による観測を同時に行い、OPC で計測された粒子のサイズ毎による分布と CPR で採集された動物プランクトンの分布の比較を行い OPC で計測される粒子の特性について検討した。

OPC で計測された粒子は、CPR のネットの目合である300  $\mu\text{m}$ 以上のサイズの粒子数を5マイル毎に積算し、総粒子量(counts/ $\text{m}^3/5\text{nmile}$ )と示した。CPRについてはCPRの口径(1.4×1.4cm)から5マイル分濾過した水を算出し、 $\text{m}^3$ あたりの総現存量(ind./ $\text{m}^3/5\text{nmile}$ )で示した。比較を行った海域は3海域である(North-South (SN) line, West-East (WE) line, South-North (SN) line)。CPR 試料に出現した種は、小型のカイアシ類である *Oithona* spp. (SN line; 60%, WE line; 23%, NS line; 24%) と *Limacina helicina* (SN line; 0%, WE line; 65%, SN line; 42%)が最も優占していた。総粒子量と総現存量の比較の結果、OPC による総粒子量が、CPR による総現存量を1~2桁上回っていた。また、CPRの総現存量は水温・塩分と相関関係にあったのに対し、総粒子数では見られず、総現存量の増減と必ずしも一致しているとは言えなかった。本発表では、OPC 粒子のどのサイズレンジがCPRの総現存量と一致するのかについて報告し、OPC と CPR の整合性について検討する。

1997～1999 年のノースウォーターポリニア海域における生物起源粒子の沈降過程

**Sedimentation processes of biogenic particles in the North Water (NOW) Polynya in 1997-1999.**

三瓶真, 佐々木洋(石巻専修大), 服部寛(北海道東海大), 福地光男(極地研)

**M. Sampei, H. Sasaki (Ishinomaki Senshu Univ.), H. Hattori (Hokkaido Tokai Univ.),  
M. Fukuchi (NIPR)**

Downward fluxes of major biogenic particles, such as phytoplankton cells and zooplankton fecal pellets, were measured using moored sediment traps to identify the factors that control spatial and temporal variations in biological production in North Water (NOW) Polynya, located in the northern Baffin Bay. Time-series sediment traps were deployed at ca. 200 m below the sea surface and 50 m above the bottom at six stations (N2, S5, S4, S2, D2 and D1; 75° to 78° N) from September 1997 through August 1999.

At S stations in late spring (June), there was a marked decrease of mean total flux with depth from 630 mg C m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> at 50 m (Michel et al., in press) to 30 mg C m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> at 200 m. While the flux decrease in that depth range (50-200 m) was 95 % in June, and was 80 % in July. A distinction between two periods was found that the loss of mean FPC in the 50-200 m depth range at S stations was as high as 98 % in June, but only 52 % in July. The difference in the flux of fast sinking particles represented by copepod fecal pellets in this case between June and July suggests that retention processes (mediations of particle sinking by heterotrophs) dominate over the period of high primary and secondary productions (spring), resulting in the significant supply of denatured sinking particles into epipelagic and upper mesopelagic environments. However, in the period of moderate productions (summer), sedimentation (particle sinking with less loss processes) can be an important role in transports of organic matter into mesopelagic and benthic environments of the present NOW area.

NOW ポリニアの 6 測点において、海表面から約 200 m 及び海底から約 50 m に設置したセディメントトラップを用いて植物プランクトン及び糞粒フラックスの観測を行った。S 測点(S2,S4,S5)の POC フラックスと糞粒フラックスの平均値を表層浮遊型セディメントトラップにより観測された 50 m の値と 200 m 層の値を比較すると、50～200 m 間において 6 月は POC 総量で 95 %、糞粒で 98 %減少した。一方 7 月は POC 総量で 80 %、糞粒で 52 %の減少であった。基礎生産及び 50 m 層の移出フラックスの高い 6 月に特に糞粒の沈降が阻害されており、効率的な粒子の滞留過程の存在を予想させる。

# 初期形成期の海氷中の微生物動態

## The microbial dynamics during the initial formation of fragile ice at Saroma-ko-lagoon, Hokkaido

今井亜紀<sup>1</sup>、柴田晃<sup>1</sup>、福田秀樹<sup>2</sup>、大井信明<sup>1</sup>、田口哲<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 創価大学、<sup>2</sup> 東京大学)

Aki Imai<sup>1</sup>, Akira Shibata<sup>1</sup>, Hideki Fukuda<sup>2</sup>, Nobuaki Ohi<sup>1</sup>, Satoru Taguchi<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> Soka University, <sup>2</sup> University of Tokyo)

During the initial formation of fragile ice, ice microbes are incorporated into ice from seawater. They adapt to brine, which is occupied by high salinity and nutrients, and subsequently to form microbial ecosystem. In this study, *in situ* incubation experiments were conducted to simulate the initial formation of fragile ice with ice core sampling in the winter of 2001 off Sakae-ura station in Saroma-ko-lagoon, northeast Hokkaido. Microbial dynamics were determined with Chlorophyll *a* (Chl. *a*) concentration, bacteria number, virus number and flagellate number. Surface seawater was incubated in floating culture vessels in the open pool, and newly formed ice was collected. Chl. *a* concentration, bacteria number, virus number and flagellate number were increased with time. Total Chl. *a* and >10 $\mu$ m fraction of Chl. *a* concentrations ( $r^2=0.997$ ), bacteria and flagellate numbers ( $r^2=0.979$ ), <2 $\mu$ m fraction of Chl. *a* concentration and flagellate number ( $r^2=0.819$ ) were significantly correlated ( $p<0.05$ ). Predator-prey association was not observed among ice algae, bacteria, virus and flagellate during the initial formation of fragile ice. Microbial food web might be established in the mature ice microbial community due to their significant interrelation.

微生物群集は海氷形成にともない海氷中に取り込まれる。その微生物群集は海氷中のブラインという高塩分、高栄養塩環境に適応し、海氷微生物生態系を構築していく。本研究では、海氷初期形成時の再現を目的とした現場培養実験と、成熟した海氷微生物群集の生息地であるアイスコアの採取を行ない、クロロフィル *a* (Chl. *a*) 濃度、細菌、ウイルス、鞭毛虫数から微生物群集の動態を考察した。実験は北海道北東のサロマ湖栄浦定点において 2001 年冬季に行った。凍結湖面にプールを作り、現場の海水を注ぎ込んだ培養槽を浮かべ、新しく形成される海氷を採取した。海氷の Chl. *a* 濃度、細菌、ウイルス、鞭毛虫数は経目的に増加した。アイスコア中の Chl. *a* 濃度と 10 $\mu$ m 以上画分の Chl. *a* 濃度 ( $r^2=0.997$ )、細菌数と鞭毛虫数 ( $r^2=0.979$ )、2 $\mu$ m 以下画分の Chl. *a* 濃度と鞭毛虫数 ( $r^2=0.819$ ) はそれぞれ有意な相関を示した ( $p<0.05$ )。海氷初期形成期には、アイス・アルジー、細菌、ウイルス、鞭毛虫の間には捕食-被捕食関係は成立しないことが示唆された。成熟した海氷微生物群集では、小型のアイス・アルジー、細菌、鞭毛虫などの生物は相互に関係し、微生物生態系が構築されていると考えられた。

根室海峡における流氷後退後の動植物プランクトン量の変化  
 Variation of phyto- and zoo- plankton biomass in the retreated period  
 of sea ice in the Nemuro Strait.

清水幾太郎\*・廣井 修\*・関 二郎\*・新井田順二\*\*・佐々木孝夫\*\*

\*さけ・ます資源管理センター，\*\*日栄電機工業

Ikutaro SHIMIZU\*, Osamu HIROI\*, Jiro SEKI\*, Junji NIIDA\*\* and Takao SASAKI\*\*

\*National Salmon Resources Center, \*\*Nichiei Electronic Technology

A variation of the biological production in the retreated period of sea ice was observed continuously off Shibetsu in the Nemuro Strait from January to July in 2001. It guessed a trigger of phytoplankton bloom was a change of the density structure of the water mass. It guessed a factor that salmon juveniles migrated from the coast was a change of the water mass due to rapid short rise of water temperature.

流氷と生物生産の関係を明らかにするため 1998 年から根室海峡域の羅臼沿岸と標津沿岸で観測を行っている。これまでの観測から流氷接岸前に栄養塩濃度の高い水塊が出現し、流氷後退後に植物プランクトンのブルームが起これ、その後に動物プランクトンの増殖がみられることが明らかとなった。また流氷後退後の一次生産の規模は流氷の動向すなわち流氷の勢力と関係があることもわかってきた。さらに、海洋観測と並行して行われた巻網と引網とによる漁獲調査の結果、サケマス類の幼魚は 6 月中旬頃に渚滞から沿岸一帯に分布を拡大し離岸することが明らかとなった。流氷と生物生産の関係、さらにサケマス幼魚の生態に及ぼす影響を明らかにするためには定期的かつ高頻度に観測を行う必要がある。しかし、流氷後退期の変動の激しい時期にそのような観測をすることは極めて困難である。

そこで流氷後退後の生物生産の変動を連続的にとらえることを可能にするため、沿岸情報観測提供システム(CANS)が開発された。CANS は水温、電導度、流向、流速、光量子量、クロロフィル a、溶存酸素量等のセンサーによって測定されたデータをインターネットでリアルタイムに提供するシステムである。流氷の接岸期間中も観測できるようにするため、標津沖の 2mile 地点(水深 20m)の水面下 15m 層に本体が係留され、氷上のボンデン状通信ユニットからデータが送信された。また CANS にセジメントトラップ(ボトル数 7)を取り付け、2 週間ごとに試料を採取した。第 1 回目の観測期間は 2001 年 1 月下旬から 8 月上旬までで、4 月下旬にセジメントトラップのボトルを交換した。現在 9 月下旬から第 2 回目の観測を行っている。本報告は定期観測結果、CANS による連続観測結果およびセジメントトラップ採集試料を用いて流氷後退後の生物量の変動を明らかにするものである。

その結果、塩分は 4 月上旬に急激な低下を示し 5 月上旬には急激な上昇に転じた。植物プランクトンのブルームは塩分低下が起きている 4 月下旬に観測されたことから、水塊の密度構造の変化がブルームの引き金になっていると推測された。水温は 4 月上旬まで 0℃以下であったが、その後プラスに転じ、6 月中旬には数日間で 1℃前後から一気に 7℃代に上昇した。これは水塊の交代が起きたためと考えられ、このことがサケマス幼魚の離岸を促したものと推測された。



## 安定同位体自然存在比を通した越冬カイアシ類群集の摂餌履歴の解析

### Study on the feeding history of overwintering copepods through stable isotopic analysis.

佐藤 愛 (石巻専修大)、佐々木 洋 (石巻専修大)

Megumi SATO (Senshu Univ. Ishinomaki), Hiroshi SASAKI (Senshu Univ. Ishinomaki)

In the last Symposium on Polar Biology (XXIII), we showed if the possible feeding history of overwintering copepods, through analyses of stable isotopic compositions of copepods and their internal lipids. The isotopic differences between POM and copepods in winter suggested that *Calanus finmarchicus* did not feed on POM, while *Metridia longa* might be an occasional omnivorous feeder. The isotopic changes of lipids with the lipid contents probably reflect metabolic processes of lipid utilization of arctic and subarctic copepods during the overwintering period. In the present study, we will reexamine these changes of isotope values of some dominant copepods in the subarctic Pacific.

昨年の発表において (第 23 回極域生物シンポジウム)、1999 年冬の西部スピッツベルゲン沖において観察されたカイアシ類の表層越冬群集を種ごとに分けて同位体分析を行うとともに、カイアシ類の脂質の同位体比を推定し、越冬群集に蓄積されている脂質の特性を調べた。脂質炭素同位体比に関して、*Calanus finmarchicus* において脂質含量の減少とともに、その同位体比も減少するという傾向が認められたが、*Metridia longa* においてはそのような傾向は顕著には見られなかった。両者における脂質同位体比の違いは、越冬期間中の脂質代謝の差を反映していると予想された。

本研究では、親潮海域 (42°15.0'N; 145°07.5'E) において 1996 年 10 月から 1998 年 7 月の間に数回、BONGO ネットを用いて水深 0–1000m 間において採取された動物プランクトン試料を用いた。前述の結果との比較のために、*Neocalanus* 3 種と *Metridia* 2 種を試料から取り出し、ステージごとに分けて同位体分析を行った。これらの種において脂質含量の変化に伴う脂質炭素同位体比の変動が、それぞれのライフサイクルや脂質代謝などの違いを反映しているかどうかを検討する。

JARE-26, 27, 34, 39により東南極陸棚域から採取された海底表層堆積物中の有孔虫群集  
Foraminiferal assemblages recovered from surface sediments collected by  
JARE-26, 27, 34, and 39 from the continental shelf off East Antarctica

五十嵐厚夫（極地研）・岩見哲夫（東京家政学院大）・沼波秀樹（東京家政学院大）・福地光男（極地研）  
Atsuo IGARASHI (Natl Inst. Polar Res.), Tetsuo IWAMI (Tokyo Kasei Gakuin Univ.),  
Hideki NUMANAMI (Tokyo Kasei Gakuin Univ.), and Mitsuo FUKUCHI (Natl Inst. Polar Res.)

In order to increase the basic knowledge of recent foraminiferal fauna in the continental shelf areas of Breid, Lützow-Holm, Casey, and Amundsen Bays and the Gunnerus Bank, East Antarctica, faunal analysis of foraminifera was carried out by applying five beam-trawl and one Ekman grab sediment samples (water depth: 196-600 m) obtained by JARE-26, 27, 34, and 39.

Foraminiferal fauna from Amundsen Bay is composed mostly of arenaceous benthic species, whereas the others mostly comprise calcareous species, especially planktonic species *Neogloboquadrina pachyderma* (sinistral coiling). Benthic foraminiferal faunas from Breid, Lützow-Holm, and Casey Bays are dominated by *Cibicides* spp. and *Globocassidulina biora*, indicating typical shallow continental shelf fauna around East Antarctica. In contrast, *Bulimina aculeata*, which is closely associated with the Circumpolar Deep Water (CDW), and *Angulogerina earlandi* predominate in benthic fauna from the Gunnerus Bank. This fauna is considered to reflect the influence of upwelling of the CDW.

海成堆積物中の有孔虫化石は、過去の海洋環境を推定するための指標の一つとして用いられる。日本南極地域観測隊（JARE）による東南極沿岸での古海洋環境復元の研究は、最近になり本格的に行われ始めている（例えば Igarashi et al., 2001: Mar. Micropaleontol. 42, 125-162）。この研究には、現生する有孔虫群集の分布と環境因子との対応情報が必要であるが、これを満足する基礎的研究は、昭和基地周辺を含む東南極沿岸域において非常に少ない。この基礎データの蓄積を目的として、JARE-26, 27, 34, 39により東南極陸棚域から得られたビームトロール及びエクマングラブ試料の有孔虫種組成の分析を行った。

分析に用いた試料は、以下の計6試料である。

ビームトロール試料（エタノールまたはホルマリン固定）：ブライド湾（JARE-26；2試料；水深276-289 m, 295-310 m），グネルス堆（JARE-27；1試料；水深281-282 m），リュツォ・ホルム湾沖（JARE-34；1試料；水深237-242 m），ケーシー湾沖（JARE-34；1試料；水深196-199 m）。

エクマングラブ試料（液浸固定処理なし、常温保存）：アムンゼン湾沖（JARE-39；1試料；水深600 m）。ビームトロール試料は、ふるいでの水洗により（1）1-0.5 mm（2）0.5-0.25 mm（3）0.25-0.125 mmの粒径残渣に区分した。エクマングラブ試料は、同じく0.075 mm以上の残渣を用いた。

各試料でそれぞれ区分した粒径残渣について、最低200個体を鏡下で拾い出し、種を同定した。それにより以下の結果が得られた。

ブライド湾：石灰質種が90%以上。浮遊性種 *Neogloboquadrina pachyderma* (sinistral coiling) が最も優勢。底生種は *Cibicides* spp., *Ehrenbergina glabra*, *Globocassidulina biora* が優勢。

グネルス堆：石灰質種が90%以上。浮遊性種 *N. pachyderma* (s) が最も優勢。底生種は *Angulogerina earlandi*, *Bulimina aculeata* が優勢。

リュツォ・ホルム湾沖：石灰質種が90%以上。*N. pachyderma* (s) が最も優勢。底生優勢種：*Cibicides* spp.

ケーシー湾沖：石灰質種が90%以上。*N. pachyderma* (s) が最も優勢。底生優勢種：*G. biora*, *Cibicides* spp.

アムンゼン湾沖：膠着質底生種が90%以上。優勢種：*Portatrochammina antarctica* s.l., *Adercotryma glomeratum*.

ブライド湾、リュツォ・ホルム湾沖、ケーシー湾沖での底生群集は、量比に差はあるものの *Cibicides* spp., *G. biora* が優占することでおおむね類似する。これは東南極沿岸の陸棚浅海域（水深200-300 m）での典型的な群集と思われる。これに対して、グネルス堆からの底生群集は、ブライド湾、リュツォ・ホルム湾沖、ケーシー湾沖での群集と同様の水深でありながら、これら群集とは優勢種が全く異なる。特に *B. aculeata* は周極深層水の環境下で優占することが知られている（例えば Mackensen et al., 1990: Mar. Micropaleontol. 16, 241-283）。つまり、グネルス堆では周極深層水の湧昇による影響があるため、それを反映した特異な群集があらわれていると考えられる。アムンゼン湾沖での群集で膠着質底生種が優占するのは、炭酸カルシウム溶解深度より深い水深のため、石灰質の殻が保存されなかったことによるものと思われる。



## 南極及び深海産棘皮動物のホメオボックス遺伝子群の進化・系統学的解析

### Molecular phylogenetics of homeobox genes of the echinoderms from Antarctic and deep-sea habitats.

小川麻里(慶應義塾大学 文学部), 伊村智(国立極地研究所 生物), 小島茂明(東京大学 海洋研究所),  
倉持卓司(葉山しおさい博物館), 長沼毅(広島大学 生物生産学部)  
Mari Ogawa (Keio Univ.), Satoshi Imura (NIPR), Shigeaki Kojima (Tokyo Univ.),  
Takashi Kuramochi (Hayama Shiosai Museum), and Takeshi Naganuma (Hiroshima Univ.)

The phylum Echinodermata is characterized by: 1) the unique phylogenetic position as the most recent common ancestor (MRCA) of the deuterostomes; and 2) the unique pentaradial Bauplan (body plan). The echinoderms are also unique in their ecology, as they predominate the benthic fauna of Antarctic coastal habitats with high species richness. In order to elucidate the Antarctic species richness and predominance of the echinoderms, phylogenetic analyses of 18S rDNA (as the phylogenetic gene) and Hox genes (as the body plan-related genes) were conducted. The DNA sequences from the Antarctic and deep-sea echinoderms were compared. Preliminary results suggests that the differentiations of 18S rDNA (speciation) and Hox genes may not be systematically coupled and that diversification of Hox genes may have occurred before or after the major speciations, i.e. pre- or post-speciation diversification, respectively. This complicated Hox gene evolution may be associated with the morphological and ecological diversity of the echinoderms.

#### 【棘皮動物の系統進化】

深海生物相の優占種である棘皮動物(ヒトデ、ウニ、ナマコ、クモヒトデ、ウミユリ)を系統進化の樹に置くと、「人間に至る系統進化(後口動物)の枝元に位置する= 'most recent common ancestor (MRCA, 共通祖先) 」と捉えることができる。この棘皮動物は南極大陸周辺の底生生物群集で優占し、南極固有種も多いこと(例:南極に生息するナマコ類の 58%, ウニ類の 77%は南極固有種)が知られている。南極ベントスで優占する棘皮動物の系統について、南極-深海交流の可能性を考慮した遺伝子解析を行ってみた。

#### 【棘皮動物の体制進化】

系統進化とは別に、棘皮動物には「五放射相称」という特異な体制(body plan)がある。五放射相称から(人間のよう)な左右相称の体制への進化の道筋を辿ることは、生物の形態進化を考える上で重要である。そこで、系統進化的に古いと目される海産棘皮動物を材料に、形作り遺伝子(形態形成遺伝子)の進化を調べた。対象としたのは後生動物に普遍的な形態形成遺伝子-ホメオボックス遺伝子である。ホメオボックス遺伝子は十数種類以上の遺伝子グループからなる大きな遺伝子ファミリーを構成するため、近縁種間の差異でも鋭敏に検出することが期待される。また、ホメオボックス遺伝子群について浅海種-深海種の系統進化に関する比較考察も試みている。

#### 【結果&考察:遺伝子分化は種分化の前か後か】

これまでに深海産 13 種, 浅海産 18 種, および南極産 1 種からゲノム DNA を抽出し、そのうち、深海産 4 種、浅海産 2 種、南極産 1 種について PCR ライブラリー作成および塩基配列の決定を行った。ホメオボックス遺伝子群(複数の Hox 遺伝子からなる)に基づいて予想的に分子系統樹を構築したところ、Hox 遺伝子の種類によって進化が種分化以前に起きたケース(pre-speciation differentiation)と種分化以後に起きたケース(post-speciation differentiation)の両方が混合していることが示唆された。18S rDNA 配列による分子系統樹の作成を試みているので、Hox 分子系統樹との比較・考察を行いたい。

# サウスシェトランド諸島周辺海域におけるナンキョクオキアミ漁業で混獲されたナンキョクカジカ *Gobionotothen gibberifrons* (Lönnerberg)

*Gobionotothen gibberifrons* (Lönnerberg) incidentally caught by Japanese Antarctic krill commercial fishery in the vicinity of the South Shetland Islands

岩見哲夫・安部淳子（東京家政学院大学）・  
一井太郎・川口 創・永延幹男（遠洋水産研究所）

**Tetsuo IWAMI・Junko ABE** (Tokyo Kasei Gakuin Univ)・  
**Taro ICHII・So KAWAGUCHI・Mikio NAGANOBU** (Nat. Res. Inst. Far Seas Fish.)

During scientific observations on fishes incidentally caught by commercial krill fisheries made in the vicinity of the South Shetland Islands (16 December 2000 to 26 January 2001), a total of 41 adult specimens of *Gobionotothen gibberifrons* were found in 4 trawl catches conducted between 40-60m. Twenty-two male specimens have developed testes, but 19 females have no fully matured ovaries. Although *G. gibberifrons* is thought to be a typical demersal fishes based on its morphological features, all of the specimens fed on *Euphausia superba*, and other pelagic organisms such as salps, pteropods and amphipods. On the other hand, benthic invertebrates such as ophiuroids, polychaetes, isopods, bryozoans and sponges were also found in some individuals (10.0-32.5% in number). One reason for the migration of *G. gibberifrons* might be connected with an abundance of *E. superba* in the upper stratum.

国際漁業条約科学情報収集調査の一環として、1999 年より海洋水産資源開発センターによってナンキョクオキアミ漁業における混獲魚類調査が行われている。今回、南シェトランド諸島周辺海域でのナンキョクオキアミ漁業において、2000 年 12 月 16 日から 2001 年 1 月 26 日の期間、123 網を対象とした混獲調査を行った結果、4 調査網において、合計 41 個体のナンキョクカジカ *Gobionotothen gibberifrons* 成魚が混獲された。ナンキョクカジカはその形態学的特徴から、本来底生性と考えられており、底曳網で採集された本種がナンキョクオキアミを捕食している現象は、ナンキョクオキアミの群が海底近くの深度まで鉛直移動しているためこれを捕食したものと説明されている。そこで、今回中層域で混獲されたナンキョクカジカの生物学的特徴を解析し、その鉛直移動の要因について考察を試みた。

今回混獲されたナンキョクカジカ(標準体長 331~402mm)は、いずれもキング・ジョージ島北岸沖の海底水深 298~308m の海域において、40~60m の水深帯を曳網した調査網に見出された。全 41 個体中、雌 19 個体・雄 22 個体で性比はほぼ 1:1 であったが、精巣がいずれも成熟状態なのに対して、卵巣は完全な成熟状態に達していなかった。また、標準体長、湿重量、胃内容物湿重量についてはほとんど雌雄差が認められなかった。胃内容物組成ではすべての個体がナンキョクオキアミを捕食しており、ナンキョクオキアミ以外にも、サルパ類、端脚類、翼足類が 67.5~75.0%の個体から見出された。これらの餌生物は基本的に中層性と考えられ、ナンキョクオキアミを捕食する際に混入したものと推察された。一方、クモヒトデ類、多毛類、等脚類、海綿類、苔虫類などの底生生物も 10.0~32.5%の個体が捕食しており、これらについては中層域に浮上する前に捕食したものと推察された。多毛類以外の餌生物に関しては雄個体の方が捕食している割合が高かったが、総胃内容物重量としては雌雄差が明瞭ではないこと、また特に雌個体の生殖腺が発達している傾向も認められないことなどから、その理由については不明である。本研究の結果から、本種が鉛直移動をする主な理由の一つはナンキョクオキアミの捕食のためと考えられたが、一部の底生性魚類で知られているような成熟のタイミングの調整という可能性についても考察を加えた。

## データロガーによる自由遊泳中のマダイの心拍と行動の同時記録

Recording heart rate and behavior in red sea bream during rest and swimming  
by micro data logger

小島隆人（日大）・河邊玲（北大）・白須邦夫（日水中央研）・内藤靖彦（極地研）

Takahito KOJIMA (Nihon Univ.), Ryo KAWABE (Hokkaido Univ.),

Kunio SHIRASU (Nippon Suisan Co.) and Yasuhiko NAITO (NIPR)

To obtain clear and continuous long term electrocardiograms from the fish swimming freely is important technique to observe behavioural or physiological characteristics under unrestricted animal condition in the sea. In the present study, we tried to reconfirm the attach portion of bipolar electrodes to record clear and noiseless ECG waves from red sea bream *Pagrus major*. From this procedure, it has clarified that appropriate portion to insert bipolar electrodes were at the center of pectoral fins and just besides pelvic fins, respectively for detecting clear ECG waves in red sea bream. Subsequently, to apply this technique to the fish swimming in the net-pen (8×8×8m); equipped the micro data logger to record ECG waves on the dorsal portion of 3 test fish, and connecting to bipolar electrodes by thin lead lines. In addition, another logger to detect swimming speed and depth was attached on the opposite side of ECG logger in 1 test fish. Apparent ECG signals including clear QRS waves without noise were recorded from 2 test fish for 5-6 h, respectively, and other 1 fish was also detectable for QRS waves. Heart rates changed widely both by fish and time of day; ranging from below 50 to over 90 bpm. A decrease in heart rate was usually observed during night. Sudden swimming at high speed (almost 5 BL/s) was also observed sometimes at dawn. There are some differences in the swimming pattern and cardiac responses between day and night.

微小電位を長時間記録することが可能なデータロガーの開発により、非拘束状態で自由遊泳する魚類心電図の連続記録が可能となっている。これを海中で自由遊泳する魚類の生理・生態情報の連続記録に適用するためにはまず、ノイズの少ない明瞭な心電図を確実に記録する手法の確立が求められる。ここでは、国立極地研究所で開発されたデータロガーを用い、これをマダイ3尾(52cm in FL, 2779g in BW)に装着して心電位を最長24時間まで連続記録するとともに、遊泳行動を記録するためのロガーも併せて魚体に装着し、自由遊泳中の魚の遊泳行動と生理状態の関係を明らかにすることを試みた。

供試魚を麻酔浴した後、口腔から強制灌流しながら空中で保持し、胸鰭基部および腹鰭付近から関極、不関極をそれぞれ挿入して瞬間接着剤で体表部に貼り付けるとともに、ロガー本体を背部に装着・固定した。陸上のタンク内で回復させた後、8\*8\*8 m の生簀に搬送して放流した。ECGロガーの起動は装着後15~35時間とし、サンプリング間隔は5~8msに設定した。メモリー容量により5~24時間にわたる比較的明瞭な心電図と、遊泳速度・水深等の行動が記録された。心拍数は個体差が大きく、その幅はほぼ50~90bpmであった。同じ個体であっても夜間の方が概ね心拍数は少なく、心拍間隔が不均一になることも昼間に比べ多く見られた。また、明け方に突発的な突進遊泳(約5BL/s)が数度にわたり見られ、生簀内においても昼間と夜間で異なる行動様式および心拍動が観察された。

## 昭和基地周辺での航空機によるペンギンセンサス

### Airborne census of penguins in the vicinity of Syowa, East Antarctica

渡邊研太郎（極地研）・吉田二教（慈恵医大）・加藤明子（極地研）

WATANABE, Kentaro (NIPR), YOSHIDA, Tsuginori (Jikei University)

and KATO, Akiko (NIPR)

Censuses for penguins have been carried out in the vicinity of Syowa Station (69°00'S, 39°35'E) as part of biological monitoring programs in the Japanese Antarctic Research Expedition (JARE). Some of the data for Adélie penguins at selected rookeries have been reported to the Committee on Environmental Monitoring Program in the Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CEMP/CCAMLR). The numbers could reflect availability of food and environmental change, i.e. variation of sea ice extent.

During the JARE-41st, airborne census for Adélie penguins was performed on 28 November and 5 December, 2000 for seven rookeries on the Kronprins Olav Kyst. If the pattern of seasonal change in Adélie penguin population at Hukuro-ura Cove rookery in Lang-hovde was applied to the present count results, ranging 146-819, it is apparent that the population had increased at some of the rookeries from that on 12 November, 1994.

日本南極地域観測隊（JARE）では、生物関係のモニタリング研究観測として、昭和基地（69°00'S, 39°35'E）周辺のペンギン集団営巣地（ルッカリー）において個体数調査を実施してきた。宗谷海岸およびその沿岸のアデリーペンギンの営巣地へは雪上車などにより比較的容易に行けるため、毎年計数が行われ、南極海洋生物資源保存条約（CCAMLR）のモニタリング計画においてもそのデータの一部が報告されている。一方、昭和基地東方のプリンスオラフ海岸にもアデリーペンギンの営巣地があり、航空機が利用できる年には写真撮影による個体数計数が行われてきた。第41次南極観測隊では二機の小型航空機を持ち込み、越冬中に運行してそれらの営巣地での写真撮影などを行い、個体数を計数した。

天候および観測の優先順位により、必ずしも観測に最適と考えられる時期（11月中頃）に観測飛行ができなかったが、東部の竜宮岬（67°58'S, 43°56'E）から二番岩までの3つの営巣地については2000年12月5日、基地寄りの屏風岩からオメガ岬までの4営巣地については11月28日に撮影し、146ないし819個体を計数した。ラングホブデ袋浦におけるアデリーペンギンの個体数の季節変化パターンから推察すると、調査した営巣地のいくつかでは、1994年11月12日のデータに比べて個体数が増加したものと考えられる。

## 松島水族館で飼育されたペンギン類の安定同位体比の組成

Stable isotope compositions of penguins reared in the Matsushima Aquarium.  
 佐々木洋(石巻専大)、三瓶真(石巻専大)、重藤直樹(石巻専大)、渡辺亜紗子  
 (三重大)、神宮潤一(松島水族館)

Hiroshi Sasaki (Senshu Univ. Ishinomaki), M. Sampei (Senshu Univ.  
 Ishinomaki), N. Shigeto (Senshu Univ. Ishinomaki), A. Watanabe (Mie Univ.),  
 J. Jingu (Matsushima Aquarium)

Stable isotope ratios of nitrogen of 7 species of penguins (*Spherisus demersus*, *S. magailanicus*, *S. humboldti*, *Eudyptes crestatus*, *E. chrysolophus*, *Pygoscelis papua*, *Apptenodytes patagonica*) were determined. They have long been reared under 1-2 kinds of dietary conditions in the Matsushima Aquarium. Enrichment values between penguins and their simple diets can afford primary information on the shift in diet and the trophic position.

一般に生態系内で栄養段階が一つ上昇すると、捕食者の $\delta^{15}\text{N}$ (窒素安定同位体自然存在比)は餌生物と比較して3~4‰濃縮すると言われている。しかし自然環境下では多種類の餌に依存するなど同位体比の変動要因が多い。そこで同一種類の餌を長期間与えられている水族館の飼育ペンギンを用いて、餌とペンギン間での同位体比の変動を調べた。窒素同位体比は、内臓、筋肉、羽などの組織間で変動が認められるが、羽を使用してもほぼその個体を代表する値を求めることができる。測定の結果(図1)、単一種類の餌(アジ)を与えられたジェンツーペンギン(*Pygoscelis papua*)の $\delta^{15}\text{N}$ の同位体濃縮値は餌の筋肉に対して $4.2 \pm 0.4\text{‰}$ であった。またイワトビペンギン(*Eudyptes crestatus*)、マカロニペンギン(*E. chrysolophus*)はそれぞれの餌(イカナゴ、アジ)に対して $3.0 \pm 0.3\text{‰}$ 、 $4.2 \pm 0.1$ であった。フンボルトペンギン(*Sphenisushumboldti*)においては、2種類の餌(イカナゴとイワシ)に対してそれぞれ $3.3 \pm 0.2\text{‰}$ 、 $4.2 \pm 0.2\text{‰}$ であった。得られた同位体濃縮値は過去の結果とほぼ一致しているが、餌生物により変動していることが確認された。



SHORT UNDERWATER OPENING OF THE BEAK PRIOR TO DIVING IN  
PENGUINS: CHEMORECEPTION PROCESS OR INITIATION SIGNAL OF THE  
"DIVING RESPONSE"?

Yan ROPERT-COUDERT<sup>1</sup>, Akiko KATO<sup>2</sup>, Rory P. WILSON<sup>3</sup> and Masanori KURITA<sup>4</sup>

1 - Japan Society for Promotion of Science. National Institute of Polar Research, 1-9-10  
Kaga, Itabashi-ku, Tokyo 173-8515 Japan (yan@nipr.ac.jp)

2 - National Institute of Polar Research, 1-9-10 Kaga, Itabashi-ku, Tokyo 173-8515 Japan

3 - Institute für Meereskunde, Düsternbrooker Weg 20, D-24105 Kiel, Germany

4 - Nagoya Public Aquarium, 1-3 Nagoyashi Minato-ku, Nagoya city 455-0033, Japan

*Abstract.* Video-camera recordings of seven captive species of penguin, Emperor (*Aptenodytes forsteri*), Humboldt (*Spheniscus humboldti*), Adélie (*Pygoscelis adeliae*), Chinstrap (*P. antarctica*), Gentoo (*P. papua*), Macaroni (*Eudyptes chrysolophus*) and Rockhopper (*E. chrysocome*) swimming freely in Japanese aquaria, revealed that birds opened their beak underwater for less than a second immediately following immersion on initiating a dive. Overall, this beak opening at immersion, termed "BOPI", occurred in 64% of the immersions but was preferentially associated in all species with immersions where there was a quick transition between air and water, such as porpoising or dives that start while the head of the bird is out of the water. Based on these observations, two hypotheses are proposed that may help orientating further investigation into this behaviour; beak opening may represent a signal to initiate bradycardia, such as is observed in unrestrained diving animals. The second hypothesis suggests the use of chemoreception to detect left 'debris' by potential prey or predators.



# ウミスズメ科鳥類の潜水中の沈降浮上角度と羽ばたき

綿貫豊（北大）、新妻靖章（科技団）、ガブリエンセン G. W.（ノルウエー極地研）、  
加藤明子、内藤靖彦（極地研）

## Descent and ascent angle and wing beat of diving alcids

Watanuki Y (Hokkaido Univ.), Niizuma Y(JST), Gabrielsen G(NP), Kato A, and Naito Y (NIPR)

Diving seabirds often make dives longer than their aerobic dive limit, hence they are expected to save oxygen consumption while they are descending, foraging and ascending under the water. Recently developed biomechanical model predicts that they maintain a certain swim speed, which minimize mechanical energy expenditure. To do so, they have to regulate the thrust power and direction against rapidly changing buoyancy since they hold air in respiratory system and feather. We describe descent and ascent angle and wing beat behavior of diving Brunnich's Guillemots and Rhinoceros Auklet in the wild based on the 1/32 Hz sampling of accelerations along head-tail axis and vent-dorsal axis by small D2GT logger.

海鳥は限られた酸素をつかってできるだけ長く潜水するために潜水中の酸素消費速度を低く押さえるくふうをしていると考えられている。そのひとつとして、抵抗係数を最小にする特定の遊泳速度を維持しているであろうことが、モデル実験によって考えられている。海鳥は肺と羽毛中に大量の空気をもって潜水するため、一定深度までは浮力をもっている。そのため、一定速度で沈降浮上するためには、水圧によって刻々と変化する浮力に応じて下向きあるいは上向きの推力を出さねばならない。この推力の調節は、翼で羽ばたき遊泳する鳥では、その羽ばたき頻度や強度と推力の方向つまり体軸角度を変化させることで達成しうる。ウミスズメ科鳥類は翼をつかって飛行し潜水するきわめて機動力の大きな海鳥であり、北半球では海洋生態系における主たる高次捕食者のひとつである。ハシブトウミガラス（体重 1 kg）とウトウ（体重 0.5 kg）の両種は魚食性であるが、潜水パターンは異なっている。今年開発された小型（17g）の2軸方向の加速度と水圧水温を測定するデータロガー（D2GT）をつかって体軸方向と背腹方向の加速度測定することで、この2種の沈降浮上角度と羽ばたきを測定した。

# 北部日本海における海鳥の分布と海洋環境の季節的变化

Seasonal changes of the distribution of seabirds and marine environment in the northern area of the Sea of Japan.

出口智広(北大・農), 和田昭彦(北海道水試), 小岡孝治(北水研),  
齊藤誠一(北大・水産), 綿貫豊(北大・農)

Seabirds breeding on Teuri and Rishiri Islands provide their chick with pelagic fish, which shows seasonal migrations with the fluctuations of the Tsushima Warm Current. Therefore, their distribution will be influenced by the dynamics of this current. We investigated the distribution of rhinoceros auklets, black-tailed gulls and stay-backed gulls breeding on these Islands in the northern area of the Sea of Japan ( $44^{\circ} 00' - 45^{\circ} 45'N$ ,  $140^{\circ} 00' - 142^{\circ} 40'E$ ) in May, June and July 2001, the oceanographical structures and the abundance of zooplankton. Rhinoceros auklets were abundant in coastal area near the Teuri Islands in May and June, and were abundant in further northern area in July. Black-tailed gulls were not observed mostly in any transects in May, but were abundant in coastal area near the Teuri Island in June and July. Stay-backed gulls were observed both in coastal and offshore area in every months. The Tsushima Warm Current flew strongly in coastal area in May and June, and both in coastal and offshore area the in July. The abundance of euphausiids were higher in  $45^{\circ} 30'N$  transect in every months. The abundance of copepods were higher in coastal area of most transects in every months. The change of distribution of rhinoceros auklet in July will be influenced by the covering near the Teuri Island with warm water.

天売島、利尻島で繁殖する多くの海鳥類は、育雛期の餌生物の多くを暖海性浮魚類に依存している。日本海における浮魚類の多くは、対馬暖流の消長と対応した季節回遊を行うことが知られている。そのため、育雛期におけるこれら海鳥類の分布は、北上する暖流域の季節変化と密接な関係があることが予測される。そこで、本研究では、天売島、利尻島のいずれかに繁殖地を持つウトウ、ウミネコ、オオセグロカモメの北部日本海 ( $44^{\circ} 00' - 45^{\circ} 45'N$ ,  $140^{\circ} 00' - 142^{\circ} 40'E$ ) における分布を2001年の5、6、7月に調査し、海洋構造および動物プランクトン量と比較した。ウトウは5、6月では天売島周辺の沿岸域に多く出現したが、7月では大きく北へ移動していた。ウミネコは5月では観測定線上にほとんど出現しなかったが、6、7月では天売島周辺の沿岸域に多く出現した。オオセグロカモメはいずれの時期においても観測定線の沖合、沿岸域両方で出現した。5、6月の海洋構造には、沿岸域に対馬暖流のより顕著な影響が認められたが、7月では沖合、沿岸域への影響の明確な違いはなかった。オキアミ類は全ての月において  $45^{\circ} 30'N$  の観測定線で多く出現した。カイアシ類は全ての月において観測定線の沿岸域で多く出現した。7月にウトウの分布域が北へ移動する要因として、暖水域が天売島周辺海域をほぼ均一に覆ったことが推測されたが、他2種の分布と海洋構造の明確な対応関係は認められなかった。

## 地磁気データによるウェッデルアザラシの 3 次元潜水経路計算法

### Calculations of three-dimensional diving paths of free-ranging Weddell seals from geomagnetic data.

三谷曜子（総研大）・佐藤克文（極地研）・内藤靖彦（極地研）

Yoko Mitani (Grad. Univ. Advanced Study), Katsufumi Sato, and  
Yasuhiko Naito (NIPR)

By using magnetic sensors and accelerometers, we have developed two types of data loggers (3MPDT and D2GT; Little Leonardo Corp., Tokyo) to be applied to calculate the three-dimensional diving path of free-ranging Weddell seals (*Leptonychotes weddelli*). The 3MPDT (magnetic logger; 189 mm in length, 24 mm in diameter, with a weight (in air) of 120 g) records depth, swim speed and three-dimensional geomagnetism at 1 sec interval, and water temperature at 30 sec interval. The D2GT (acceleration logger; 90 mm in length, 23 mm in diameter, with a weight (in air) of 70 g) records depth at 1 sec interval, two-dimensional acceleration at 1/16 sec interval and water temperature at 30 sec interval. When the 3MPDT is attached to seals' back, X-axis measures the intensity of geomagnetism of right-and-left direction, Y-axis measures along the longitudinal body axis and Z-axis measures that of dorso-ventral direction. These data show the sine of the angle formed with the magnetic field direction of the earth. As for the D2GT, X-axis measures the intensity of acceleration of right-and-left direction, and Y-axis measures along the longitudinal body axis. These data show the sine of the angle formed with the direction of gravity. Head direction was calculated from geomagnetism and acceleration of Y-axis. Three-dimensional diving paths were reconstructed using with head direction and swim speed. We attached these data loggers to the free-ranging Weddell seals and retrieved after 2 days. These data from seals enabled us to calculate the three-dimensional diving paths at 1 sec interval and monitor the detailed behaviour like a spin.

地磁気ロガー（3MPDT）と加速度ロガー（D2GT）を用いて、ウェッデルアザラシの 3 次元潜水経路を計算した。3MPDT（長さ 189mm×直径 24mm，空中重量 120g）により，水深，遊泳速度，3 軸の地磁気を 1 秒毎，水温を 30 秒毎に測定した。D2GT（長さ 90mm×直径 23mm，空中重量 70g）により，水深を 1 秒毎，2 軸の加速度を 1/16 秒毎，水温を 30 秒毎に測定した。地磁気ロガーをアザラシの背中に装着した場合，X 軸は左右方向，Y 軸は体軸方向，Z 軸は背腹方向の地磁気の強さを測定することができ，それぞれの軸について，測定値から全磁力線と成す角度を求めた。加速度ロガーは X 軸が左右方向，Y 軸が体軸方向の加速度を測定することができ，測定値からそれぞれの軸について重力方向と成す角度を求めた。アザラシの頭の向きを Y 軸の地磁気データと加速度データから求め，3 次元潜水経路は，アザラシの頭の向き，および遊泳速度から計算した。これらのロガーを自然環境下のウェッデルアザラシに 2 日間装着した。この手法を用いることにより，1 秒毎の 3 次元潜水経路と回転など，より詳細な潜水行動を描くことができた。

## ウェッデルアザラシの 3 次元潜水経路と餌生物の分布密度

### Three-dimensional diving paths of free-ranging Weddell seals in relation to prey abundance.

三谷曜子（総研大）・佐藤克文（極地研）・M. Cameron・D. Siniff（ミネソタ大学）・  
内藤靖彦（極地研）

Yoko Mitani (Grad. Univ. Advanced Study), Katsufumi Sato (NIPR),  
Michael Cameron, Donald Siniff (Minnesota Univ.), and Yasuhiko Naito (NIPR)

Beneath the Antarctic fast ice, Weddell seals (*Leptonychotes weddelli*) dive to 250-500 m and occupy the niche of top predator in the mesopelagic food chain. However, because of extensive thick ice, little information on the mesopelagic prey abundance is available. Consequently, prey encounter rates and energy cost of foraging of Weddell seals remain poorly known. To understand their foraging behaviour, we developed three types of loggers (DSL, 3MPDT and D2GT; Little Leonardo Corp., Tokyo).

From November to mid-December 2000, field experiment was conducted at breeding colony in McMurdo Sound. Three free-ranging mothers were equipped with the three types of loggers around Big Razorback Island. The loggers were retrieved after 2 days. The 3MPDT and D2GT data were used for reconstructing the three-dimensional diving path. Three seals breeding around the island dived to the different areas, and each seals seemed to have preferable direction. The DSL recorded lots of visual information on prey abundance along the path. At depth over 300 m, krill and fishes looked like *Pleuragramma antarcticum* were observed in some pictures. These data in this study suggest that seals know where to go for feeding before dive.

南極の厚い氷の下、ウェッデルアザラシは 250～500m の潜水を繰り返すことが知られており、中層生態系において高次捕食者の位置を占めていると考えられる。しかしながら、中層生態系における餌生物の分布や密度についてはほとんどわかっていないため、ウェッデルアザラシが潜水の間に餌に遭遇する確率や、摂餌にかかるコストについては未だ明らかではない。本研究の目的は静止画像ロガー（DSL）、地磁気ロガー（3MPDT）、加速度ロガー（D2GT）という 3 種類のロガーを用いて、アザラシの摂餌行動を明らかにすることである。

2000 年 11 月～12 月中旬、南極マクマード基地周辺の繁殖コロニーである、Big Razorback 島周辺の母アザラシ 3 個体に上記 3 種類のロガーを装着し、2 日後に回収した。3MPDT と D2GT から得られたデータにより、アザラシの 3 次元潜水経路を計算した。その結果、島周りで繁殖するアザラシは、それぞれの個体によって行く場所を異にすること、個体ごとに決まった方向に潜行していくことが示された。DSL から潜水経路に沿った餌生物の画像情報を得ることができ、300m 以深で得られた写真のうち、オキアミや魚影が見てとれるものがあった。以上より、どこに餌があるか、アザラシは潜水前に知っていることが示唆された。

## アザラシの視点から見た海中の餌分布

**Visual information on vertical prey distribution of free-ranging Weddell seals**

渡辺佑基（東大）・三谷曜子（総研大）・佐藤克文（極地研）・内藤靖彦（極地研）

Yuuki Watanabe (Univ. Tokyo), Yoko Mitani (Grad. Univ. Advanced Study), Katsufumi Sato (NIPR), Yasuhiko Naito (NIPR)

In most diving animals, dives are thought to be associated with foraging; however, direct measurement of foraging behavior is difficult. Information on prey distribution around diving animals is still unknown and remains essential to understand the foraging strategies of deep-diving animals. We decided to obtain the information from visual images. We developed a Digital Still picture Logger (DSL). The DSL was attached on free-ranging Weddell seals (*Leptonychotes weddellii*) and several hundreds of pictures (max. 700) along with the diving path were obtained from each animal. Some pictures illustrate that seals encountered prey-like particles scattering at the depth around 300 m and captured them in some cases. The prey-like particles were counted using an image analysis software (Win ROOF ver. 3.5). Percentage of total area occupied by the particles was calculated in each picture. It increased with depth in some dives, which indicates seals might encounter preys in deep depth. The pictures recorded by the DSL have yielded important insight into the rich ecosystem near the demersal zone.

多くの潜水動物において、潜水行動は餌捕獲に関係すると考えられている。しかし、捕食行動を直接記録する事は難しい。動物周辺の餌分布状況を把握することは、彼らの摂餌生態を理解するのに必要不可欠であるが、未だ達成されていない。そこで、我々は新たに画像記録ロガー(DSL)を開発し、画像情報から餌分布状況を把握することを試みた。DSLは自然環境下でウェッデルアザラシに装着され、各個体から潜水軌道上の画像数百枚を得ることが出来た。アザラシが300m付近で餌生物とおぼしき物体に遭遇する様子や、魚とおぼしき餌を捕獲するシーンを得ることが出来た。画像解析ソフト(Win ROOF ver. 3.5)を用いて、餌生物とおぼしき粒子の数や面積を調べた。画像毎に計算した粒子の占める面積比は、撮影深度が深くなるほど高くなる傾向が見られた。これは、アザラシが深い潜水によって豊富な餌資源に遭遇する確率を上げている事を示唆している。



オーストラリアアシカの採餌潜水：遊泳速度の理論予測と潜水深度の  
予測可能性

**Foraging dives of Australian sea lions: Theoretical prediction of swimming  
speed and predictability of target depth.**

南川真吾（極地研、科技特）, Peter Shaughnessy (CSIRO), Nick Gale (Australian Antarctic  
Division), 内藤靖彦（極地研）

Shingo Minamikawa, Peter Shaughnessy, Nick Gale and Yasuhiko Naito

The model about travel speed of foraging dive in air-breathing animals predict that the optimal speed rather decrease with increasing of dive depth (Thompson et al., 1996). In most species that have been studied, there is positive correlation or no correlation between travel speed to target depth and dive depth. In the Thompson model it is assumed that the diving animal knows its target depth in advance. But, it is difficult for animals that forage well offshore to know before they dive the depth at which they can locate their prey. This is one reason for the lack of consistency between theory and observations.

We examined diving in six adult female Australian sea lions at Kangaroo Island, South Australia when they were feeding on the bottom during their nursing period. Therefore, their target depth was comparatively predictable. A theoretical model was also developed involving swimming speed during an animal's bottom phase while it was exploring for prey. The model was verified using data from Australian sea lions. Results indicated that when the depth of seabed was predictable (as reflected by a small coefficient of variation for maximum dive depth), the relationship between swimming speed and dive depth was consistent with that in the Thompson model. Acceleration indicated that fluttering of fore flippers and body swing were well synchronized in animals in which swimming speed was consistent with the Thompson model, but was irregular in animals in which swimming speed was not consistent with that model and in which the coefficient of variation of dive depth was comparatively large.

アザラシやアシカなど、肺呼吸を行う動物の採餌潜水においては、潜水深度が大きくなるほど、最適往復速度はむしろ低下するという理論的予測がなされている (Thompson et al. 1993)。しかしながら、これまで様々な種において多くの潜水データが報告されているがこれに合致した報告は殆どない。これまで報告された多くの種では、往復速度と深度には正の相関がみられるか、相関がない場合が殆どであった。Thompson らの理論では動物があらかじめ目標となる深度を知っていることが前提となっているが、中層で捕食する動物の場合、潜水の前にどの深度に餌が存在するかを知ることは難しい。これが理論予測との不一致の原因の一つとして考えられる。

南オーストラリアのカンガルー島において、授乳期のオーストラリアアシカの雌 6 頭の潜水記録を得た。彼らは授乳期には底性動物を食べており、従って目標深度は比較的予測しやすいといえる。その深度でアシカが海底で餌を探す場合の遊泳速度についても理論予測を行い、検証を行った。その結果、海底の深度の予測可能性が高いとき（最大潜水深度の変動係数が小さい場合）に往復速度、餌探索速度ともに予測に一致する傾向が見られた。また、左右方向と前後方向の加速度の記録は、Thompson の予測に一致した個体では、左右方向の体の振り方（あるいは回転運動）とフリッパーの動きが一致しているが、そうでない個体では不規則であることを示唆していた。



## **Whale bones in the nearshore geoecosystem of Admiralty Bay (King George Island, Antarctica)**

Stanisław Rakusa-Suszczewski\* and Arkadiusz Nédzarek

Department of Antarctic Biology, Polish Academy of Sciences,  
Ustrzycka10/12 Warsaw 02-141, Poland

\*E-mail address:profesor@dab.waw.pl

**Abstract** : In the area of the western shore of Admiralty Bay (SSSI No 8) , the remains of 52 whale skulls were found; along the shores of the entire bay 175 skulls were reported. These skulls of whales caught in the area at the beginning of the 20th century are now considered as protected elements of the landscape. Whale bones provide a continuous source of chemical elements and nutrients that are released into the environment; they also cumulate elements of anthropogenic origin, e.g. Pb. The bones of whales as well as macroalgae and penguin feathers might be the source of calcium, phosphorus, carbon, nitrogen and sulphur for the land ecosystem.

**key words:** Antarctica, whale bones, mineral composition, nutrients

## CLONING AND SEQUENCING OF THE FATTY ACID DESATURASE GENES OF A PSYCHROTROPIC *NOSTOC* FROM ANTARCTICA

**S. Shivaji<sup>1</sup>, C. Suresh Kumar<sup>1</sup>, J. S. S. Prakash and N. Murata<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Centre for Cellular and Molecular Biology, Uppal Road, Hyderabad 500 07

<sup>2</sup>National Institute of Basic Biology, Okazaki, Japan.

Unsaturation of membrane lipids is an important event in the acclimatization of cyanobacteria to low temperature. This phenomenon has been very well established in mesophilic cyanobacteria, but comparatively little is known about the modulation in the synthesis of fatty acids in psychrotrophic cyanobacteria. With this in view, the present study was undertaken to understand : (a) the temperature dependent regulation in the synthesis of fatty acids of the membrane lipids of psychrotrophic *Oscillatoria* and *Nostoc* and (b) to identify, clone and sequence the *des* genes from Antarctic *Nostoc*. The results indicated that in psychrotrophic *Oscillatoria* and *Nostoc* from Antarctica a distinct increase in the synthesis of C18:3 was observed when the cyanobacteria were either grown at 15°C or when cultures grown at 25°C were shifted to 15°C. Taken together, these results indicated upregulation of the desaturase genes *desA* and *desB* at low temperature. Therefore, attempts were made to characterize the desaturase genes from psychrotrophic cyanobacteria using amplified fragments of *desA*, *desB* and *desC* from psychrotrophic *Nostoc* to screen a partial genomic library of *Nostoc*. Using this approach, the *des* genes of psychrotrophic *Nostoc* from Antarctica were cloned and sequenced and the genes showed high homology with the reported *des* genes of mesophilic cyanobacteria. Studies are now in progress to understand the thermal regulation of these genes.

## 北極および南極域のイオウ酸化細菌の系統と生理

Phylogenetic and physiological characterization of  
thioautotrophic bacteria from Arctic and Antarctic habitats

杉山 千乃・長沼 毅 (広島大)、増沢武弘 (静岡大)、伴 修平 (滋賀県立大)、伊村 智・神田啓史 (極地研)  
Chino SUGIYAMA, Takeshi NAGANUMA (Hiroshima Univ.), Takehiro MASUZAWA (Shizuoka Univ.), Syuhei Ban  
(Univ. of Shiga Pref.), Satoshi IMURA & Hiroshi KANDA (NIPR)

Arctic and Antarctic habitats are known to be hostile for primary production by eukaryotic photoautotrophs. Instead, prokaryotic photoautotrophs (e.g. cyanobacteria) and chemoautotrophs (e.g. sulfur-oxidizing bacteria = thiotrophs) may play a central role in primary production in the cold and dry habitats. We have isolated >20 and >10 thiotrophic strains from Arctic deep-sea (hydrothermal vent-related) samples and Antarctic terrestrial samples, respectively. Certain isolates were characterized as euryhaline halophiles growing over wide NaCl range of 1–15% NaCl. The 16S rDNA analysis suggested that some isolates are related to the euryhaline halophilic genus, *Halomonas*. This euryhaline feature is likely associated with wide salinity fluctuations due to vapor-brine separation in the sub-seafloor vent and to the mosaic of sublimed brine-icemelt water on the lyophilized terrain.

## 【はじめに】

イオウ酸化細菌は、元素状硫黄( $S^0$ )や、硫化水素( $H_2S$ )、亜硫酸( $SO_3^{2-}$ )、チオ硫酸( $S_2O_3^{2-}$ )などの硫黄化合物を酸化することによってエネルギーを得て有機物を合成する化学合成細菌であり、海底熱水噴出域の主要な一次生産者として深海生物群集の形成と維持に寄与している。大西洋中央海嶺系熱水噴出孔は北極域まで達しており、その周辺には熱水プルームが観察された。熱水プルームは適度な濃度の硫化水素と酸素を含んでおり、イオウ酸化細菌にとって好適な環境である。しかし、北極海熱水プルームにおけるイオウ酸化細菌に関する報告はほとんどない。

一方、南極大陸は、多くの陸上生物の生育には過酷な環境である。南極大陸は、そのほとんどが氷床に覆われおり、低温・乾燥、高塩分で特徴づけられる。南極陸域の一次生産者は地衣類・藻類・コケ類などの隠花植物(光合成独立栄養)が知られているが、南極では、その時間・空間的生育範囲は限られており、イオウ酸化細菌(化学合成独立栄養)なども一次生産者として重要な役割を果たしている可能性がある。しかし、南極大陸におけるイオウ酸化細菌についても報告例はほとんどない。本研究では北極海深海調査と南極大陸調査により採取された試料からイオウ酸化細菌を分離・培養し、生育特性や系統分類特性について基礎的な情報を得ることができたので報告する。

## 【材料・方法】

○南極テラノバベイ基地周辺の土、また昭和基地周辺の池水から、イオウ酸化細菌を分離・培養した。

○北極海深海熱水プルーム等からイオウ酸化細菌を分離・培養した。

○16S rRNA 遺伝子を用いて、単離株の予備的な系統分類解析を行った。

○単離した菌株を異なる NaCl 濃度で培養を行い、生育塩分特性を求めた。

## 【結果と考察】

イオウ酸化細菌用の培地を用いて、北極海域から 20 株以上、南極大陸から 10 株以上単離した。16S rRNA 遺伝子解析の結果、北極サンプルからは 9 グループ以上、南極サンプルからは、3 グループ以上の細菌群が同定された。そのなかには、広塩性の特徴を持つ細菌が含まれ、*Halomonas elongata*、*Halomonas variabilis*、*Alteromonas alvinellae* に近縁であることが分かった。これらの最適塩分濃度はそれぞれ、12%、9%、6% (NaCl 濃度) であった。また、好冷性細菌 *Psychrobacter* sp. に近縁であるグループも同定された。これらの結果より、イオウ酸化細菌で、さらに高塩環境に適応した細菌群が南極および北極域に分布していることが示唆された。

南極テラノバベイ基地および昭和基地域から分離された広塩菌  
Euryhaline halophilic bacteria isolated from Antarctic terrestrial habitats

長沼 毅・岡本拓士（広島大）、増沢武弘（静岡大）、伴 修平（滋賀県立大）、伊村 智・  
神田啓史（極地研）

Takeshi NAGANUMA, Takuji OKAMOTO (Hiroshima Univ.), Takehiro MASUZAWA (Shizuoka Univ.), Syuhei Ban (Univ. of Shiga Pref.), Satoshi IMURA & Hiroshi KANDA (NIPR)

Physical conditions of Antarctica for life are characterized by low temperature and low availability of liquid water for life. These cold deserts are often associated with hypersaline conditions. On the other hand, many Antarctic ponds have permanent pycnocline that make variations in salinity and oxygen concentration. Because of these properties, Antarctica has been the sources for isolation of halophilic (salt-loving) microorganisms. We have isolated many of the halophilic microorganisms living in Antarctic terrestrial habitats (the Terra Nova Bay and the Syowa Station area). Phylogenetic analysis based on 16S rDNA showed that the 14 TNB strains were categorized into 5 groups, all of which were closely related to each other and to *Halomonas variabilis*. The *H. variabilis*-related strains have a global-wide distribution probably through their ability for adaptation to wide salinity variation.

南極は低温で乾燥しており、生物にとって利用できる水はほとんどない。このわずかな水の多くは高塩分水となり、様々な高塩分の環境を作り出している。一方、夏季融氷期には低塩分水（淡水）環境が出現するほか、上部淡水・下部塩水の二層構造をもった池沼もあり、南極ハビタットは限られた面積・容積の中に広範な塩分条件が隣接する「モザイク的な広塩環境」であると言える。この広塩環境に適応した微生物が広塩微生物であり、南極はこれらの微生物の宝庫とも言える。今回、南極 Terra Nova Bay (TNB) の陸上試料および昭和基地周辺の湖から、多数の広塩微生物を分離した。TNB から分離した 25 株のうち、14 株の 16S rDNA の塩基配列を決定したところ、*Halomonas variabilis* に属すると考えられる 5 グループ（亜種レベル）にわけられた。*H. variabilis* 近縁菌は世界中の海洋および湖沼より分離されており、幅広い塩分適応能力を持つ微生物であることが知られている。このため、南極の陸上という「低温、乾燥、高塩分」という三重の極限環境においても、優占的に生息するものと考えられる。

## 南極産酵母による低温下での窒素除去

## Removal of nitrogen by Antarctic yeast cells at low temperature

平山けい子（山梨大工），小池優子（山梨大工），金子栄廣（山梨大工）  
西川二郎（東京理科大理工），平山公明（山梨大工）

Keiko KATAYAMA-HIRAYAMA, Yuko KOIKE, Hidehiro KANEKO,  
\*Jiro NISHIKAWA and Kimiaki HIRAYAMA  
Yamanashi Univ., \*Science Univ. of Tokyo

## ABSTRACT

Nitrate removal at low temperature was investigated using *Candida* sp. isolated from the upper layer of Lake Vanda in Dry Valley, Antarctica.

The strain was cultured on the synthetic medium containing nitrate ( $\text{NO}_3\text{-N}$ , 100mg/l) as a nitrogen source, and examined the effect of pH and hypochlorite ( $\text{ClO}^-$ ) on the growth and  $\text{NO}_3\text{-N}$  removal at 5°C, aerobically.

At pH of 3 to 7 the yeast cells exhibited a similar removal of nitrate level. The strain also removed  $\text{NO}_3\text{-N}$  and TOC at  $\text{ClO}^-$  concentrations of 5 and 10 mg/L but did not grow at  $\text{ClO}^-$  concentration of 20mg/L.

## [はじめに]

南極マクマードドライバレイ地域のバンダ湖上層水より分離された *Candida* sp.を用い、低温好気的条件下で低温域での硝酸性窒素除去について研究を行った。、開放系での培養や排水処理に役立てることを目的として、低 pH ないし次亜塩素酸の硝酸性窒素除去に及ぼす影響について検討を行った。

## [方法]

本研究で使用した好冷性酵母 *Candida* sp.は、10～15°C付近に至適生育温度があり、硝酸塩の資化性 (+) ビタミン要求性 (-)、NaCl 耐性 (0～5%) (+)、醗酵性(lactose を除く)(+)、などが特徴の酵母である。 *Candida* sp.の保存菌株を YM 培地 50mL に 1 白金耳加え 5～10 日間前培養した後、硝酸塩を窒素源( $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度 100mg/L)にした簡易合成培地 100mL に菌体を約 0.1 g (乾燥重量) 加え、培養温度 5°C で通気培養した。この培養液の pH、次亜塩素酸 ( $\text{ClO}^-$ ) 濃度等の条件を変え、菌体量、培養液中の溶存有機炭素 (TOC)、硝酸性窒素 ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) を経時的に測定し、酵母の生育と  $\text{NO}_3\text{-N}$  の除去を調べた。

## [結果]

$\text{ClO}^-$  濃度 5 mg/L と 10 mg/L ではほとんど差が無く、いずれも 5 日で酵母は約 4 倍に増殖し、TOC、 $\text{NO}_3\text{-N}$  は 50%以上除去され、pH は若干上昇した。  $\text{ClO}^-$  濃度 20 mg/L 以上では、酵母は増殖しなかった。pH3 の培地では他の培地に比べて若干菌体濃度の増え方が遅いものの、pH4～8 の培地での TOC 除去率、 $\text{NO}_3\text{-N}$  除去率とほとんど差がなかった。

pH3 (pH コントローラで一定)、 $\text{ClO}^-$  0mg/L で培養した場合、4 日目で酵母は 3 倍に増殖し、TOC は 95%以上除去され、 $\text{NO}_3\text{-N}$  は 6 日目で 55%以上除去された。pH6、 $\text{ClO}^-$  5mg/L で培養した場合、3 日目で酵母は 2.6 倍に増殖し、TOC は 95%以上除去され、 $\text{NO}_3\text{-N}$  は 4 日目で約 95%除去された。

## 南極キングジョージ島におけるコケに壊死リングを起こす 不完全担子菌の発生

### Occurrence of Sterile Basidiomycetes Causing Dead Rings in Moss Mat on King George Island, Antarctica

東條元昭<sup>1</sup>, Hermann, A. Mülhhauser<sup>2</sup>, 星野 保<sup>3</sup>, 神田啓史<sup>4</sup>

<sup>1</sup>大阪府立大学大学院農学生命科学研究科

<sup>2</sup>Universidad Central de Chile

<sup>3</sup>産業技術総合研究所

<sup>4</sup>国立極地研究所

Motoaki Tojo<sup>1</sup>, Hermann, A. Mülhhauser<sup>2</sup>, Tamotsu Hoshino<sup>2</sup> and Hiroshi Kanda<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduate School of Agriculture and Biological Sciences, Osaka Prefecture University  
Japan.

<sup>2</sup> Universidad Central de Chile, Chile

<sup>3</sup> National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Japan

<sup>4</sup> National Institute of Polar Research, Japan

A survey for fungal infection on dead rings of moss mat was conducted in Ardley peninsula (62°12'S, 58°58'W), King George Island in thawing duration from 13 December 2000 to 8 January 2001. Infection of the non-sclerotial form of Basidiomycetes in the dying leaves was commonly observed in the moss mat in the peninsula. This seems to be a first record of moss disease caused by the sterile Basidiomycetes in Arctic regions.

2000年12月から2001年1月の雪解け直後に、南極キングジョージ島アードレイ半島（62°12'S, 58°58'W）で、コケの壊死リングに寄生する糸状菌の調査を行った。その結果、壊死リング部における菌核形成を欠く不完全担子菌の寄生が、同半島のコケに広く見られた。南極域における不完全担子菌によるコケの病害の発生は、これが初めての報告と思われる。



雪腐病菌 *Typhula ishikariensis* の増殖におよぼす培地成分の影響  
**Effects of culture media on mycelial growth of  
 snow mold fungi, *Typhula ishikariensis***

星野 保\*, 切明路子\*, A.M. Tronsmo\*\*, 湯本 勲\*, 横田祐司\*, 松本直幸\*\*\*

(\*産総研, \*\*ノルウェー作物研, \*\*\*農環研)

T. Hoshino\*, M. Kiriaki\*, A.M. Tronsmo\*\*, I. Yumoto\*, Y. Yokota\*, N. Matsumoto\*\*\*,

(\*AIST, \*\*Planteforsk Norway, \*\*\*NIPR)

Snow mold fungi are psychrophilic fungal pathogen that infect winter cereals grown in northern hemisphere. *Typhula ishikariensis* has evolved high adaptation to different winter climates. In Norway, *T. ishikariensis* was classified into 3 groups (group I, II and III) according to genetic relationships and cultural characteristics. Group III is predominant in northern Norway and shows irregular growth at 10°C in PDA. Freezing resistance is an important factor that correlates with geographical distribution of *T. ishikariensis* in Norway. However, natural condition of group III localities reach up to 10°C at early spring. We tested mycelial growth of group III on several medium. Group III showed normal growth in CMA. We also obtained same results from PDA contained carotene. These results suggested that group III gained carotene from host plants and adapted to grow at relatively high temperature.

雪腐病菌 *Typhula ishikariensis* は北半球の積雪地域に広く分布し、小麦などの重要な病原菌として知られている。ノルウェーにおける本菌は3つのグループに (I、II および III) に分類されている。グループ I と III は遺伝的性質が極めて類似しているが、ノルウェー南部ではグループ I が優占し、土壤凍結の起こる環境の厳しい北部沿岸地域ではグループ III が優占しており、これら分類群間の地理的分布の差は菌糸および菌核の耐凍性の差によることが明らかにされている。グループ III の生理学的特徴の1つとして、ジャガイモ・ブドウ糖寒天培地 (PDA) 上で培養温度 4°C 以下では通常の増殖を示すが、培養温度 10°C では菌糸の成長が著しく阻害される (至適増殖温度は 0~5°C)。分布する地域の地上温度は融雪時、10°C 付近に達することを考慮すると、この生理的性質はグループ III の分布にとって極めて不利な要素となる。種々の天然培地で培養を行うとコーンミール寒天培地 (CMA) などでは培養温度 10°C においても通常の生育を示した。培地成分の比較から PDA にカロチンなどのフリーラジカルスカベンジャーを添加することによって、培養温度 10°C においても通常の生育を示すことが確認された。グループ III は宿主への接種試験の結果から他の菌株に比べて病原性が高いことが明かとなり、これを考慮すると、グループ III は宿主よりカロチンを摂取して、熱ストレスに適応していると推察された。

ヘリトリゴケ類の Ny-Ålesund (Spitzbergen) と日本との共通種とそれらの地理分布  
Lecideoid lichens growing in both Ny-Ålesund (Spitzbergen) and Japan,  
and their phytogeography

井上正鉄・秋田大学教育文化学部自然環境講座  
Masakane INOUE・Dept. Natural & Environ. Sci.,  
Fac. Educ. & Human Studies, Akita University

**Abstract:** Genera and species of lecideoid lichens growing in both Ny-Ålesund (Spitz-bergen) and Japan are presented by the author who carried out the field surveys in both regions. Eleven genera and 20 species are growing in the regions. Phytogeography of the species are discussed.

要旨

地衣類のヘリトリゴケ類の多くは高山や極地に分布している。演者がこれまで主としてモノグラフ的研究で明らかにした日本産の 34 属 114 種(内、亜高山・高山生のは 20 属 70 種)を、2000 年 8 月に Ny-Ålesund で得た標本と照らし合わせたところ、11 属 20 種が共通であった。なお、Elvebakk & Hertel (1997)による Svalbard 諸島全域を対象にしたチェックリストを参考にすると共通種は 15 属 31 種を数える。

これらは日本では、樹皮生でブナ帯に分布する 2 種類(Ny-Ålesund に産しない)を除いて、全て亜高山～高山生である。これらは北半球のみ、或いは両半球にわたって分布する種、及び日本で多産する種、稀産の種に分類される。表に属と種数のみを挙げる。

Ny-Ålesund との共通種を含む属の中で、日本の亜高山・高山帯に広く分布するにもかかわらず、Ny-Ålesund に見られない種も多い\*\*\*。特に、*Fuscidea* (日本産 6 種)は日本と共通の 3 種が Norway や Sweden で広く知られているにもかかわらず、Svalbard 全域でも報告例がなく興味深い。

Genus and the number of species growing in both Ny-Ålesund (or Svalbard) and Japan

Genus	N.of Species	Genus	N.of Species	Genus	N.of Species
<i>Amygdalaria</i>	2 (6) *	<i>Lecidoma</i>	1 (1)	<i>Tremolecia</i>	1 (1)
<i>Arthrorhaphis</i>	1 (1)	<i>Micarea</i>	1 (1)	<i>Fuscidea</i> ***	0 (6)
<i>Carbonea</i>	1 (1)	<i>Placynthiella</i>	2 (2)	<i>Immersaria</i> ***	0 (1)
<i>Cecidonia</i>	1 (1)	<i>Porpidia</i>	4 (9)	<i>Lecidea s.lato</i> ***	0 (5)
<i>Japewia</i>	1 (1)	<i>Psora</i>	1 (2)	<i>Trapelia</i> ***	0 (1)
<i>Lecidea</i>	6 (14)	<i>Rhizocarpon</i> **	3 (8)		
<i>Lecidella</i>	3 (6)	<i>Tephromela</i>	3 (3)		

\*Figures in parentheses represent the number of species occurring in subalpine or alpine regions of Japan; \*\*Distribution of Japanese representatives is still unclear; \*\*\*in text

## Freezing induced changes of mechanical properties in permafrost affected soils

W. Mueller-Lupp, M. Boelter<sup>1</sup>, R. Horn

Soils are complex mixtures of solids, liquids, and gases. The soil matrix is formed by a complex set of geometries formed by the soil skeleton interspersed by voids. These voids form different kinds of pores which contain colloids, liquids and gases. Changes of the soil matrix are mainly affected by soil moisture and processes related to the phase change of water during freezing. The freezing temperature of the soil is determined by its solutes, the freezing temperature of the soil is related to its water and nutrient content, the particle sizes and the mineral constitution. These factors are also evident for heat and water transfer, i.e., they control ice formation, and the developing pressure during freezing. Freezing of a soil can produce an effective stress and consequently a consolidation of the matrix which further induces changes in the pore system and the characteristics for gas fluxes. This stress originates from the suction developed in the pore water and an elevated pressure of the ice. Hence, compressible soils consist of consolidated aggregates which can be separated by ice lenses or segregated ice. On the other hand, coarse-grained soils show no migrations of liquid water during the freezing process, vapour transfer is probably not sufficient to produce segregated ice. In order to predict the freezing induced changes in soils, a sandy clay loam and a loamy sand were used in experiments of mono- and bi-directional freezing. Determinations of unfrozen water were performed by a general phase composition equation on the basis of specific soil surface areas. Tests were conducted in cores ( $d=12\text{cm}$ ,  $h=706\text{cm}$ ) at three freeze-thaw cycles ( $-5$ ,  $-10$ ,  $-15$  centigrades) which lasted each for 5 to 6 weeks. Thermal regime and water content were logged in intervals of 10 min concomitant to readings of the pressure force. The results show evidently the central role of soil structure, the basic water content, the cooling rate and the lowest temperature. Observations on the soil surface gave evidence for the structural force of these environmental parameters.

<sup>1</sup> corresponding author's address:  
Institute for Polar Ecology  
University of Kiel  
Wischhofstr. 1-3, D-24148 Kiel  
Germany

**Constraints for soil microbiological activity and soil properties in permafrost soils**

W. Mueller-Lupp, M. Boelter<sup>1</sup>, Y. Kodama, T. Ohata, K. Takata, H. Yabuki

Microbiological properties and processes are evidently controlled by abiotic factors. Temperature becomes most important in the cold regions as it stops or allows life processes which are related to available water. Atmospheric properties - and its effects on the soil environment - are modified by properties of the soil surface. They can be snow cover, vegetation, or accumulations of organic matter, the mean annual air temperature and soil temperature thus differ with respect to the soil cover and its variation on local scales. Further, soil microclimate is closely related to soil structure, composition of organic matter, and contents of air and water. Hence, the microbial environment is regulated by a great variety of factors which also show a specific differentiation in time, i.e, short time effects like rain and drought as well as long time effects with changing plant cover and litter. Recurring patterns like the temperature drop in autumn cause growing cracks, snow melt in spring tends to muddy characteristics in fine-grained soils which may show patterns of slow gliding. The thaw of coarse-grained soils allows a relatively even flow of water. The absence of excess ice minimises pore water pressure followed by only little loss of soil strength. Thawing can also influence the process of consolidation with effects on the pore system. By using informations of soil texture and basic soil properties in combination with well recorded temperature profiles, the physical and biological behaviour of soils can be predicted to certain extent. Such attempt has been made for Siberian tundra soils by combining data from a Russian-German and a Russian-Japanese project.

<sup>1</sup> corresponding author's address:  
Institute for Polar Ecology  
University of Kiel  
Wischhofstr. 1-3, D-24148 Kiel  
Germany

顕微蛍光法による、富士山における生きている微生物数の高度分布

## Enumeration of viable microorganisms with altitude in Mt. Fuji by a new fluorescent microscopic method

吉村義隆（三菱化学生命研）・河崎行繁（三菱化学生命研）・辻 晃（三菱化学生命研）・  
大谷修司（島根大）・増沢武弘（静岡大）

Yoshitaka Yoshimura, Yukishige Kawasaki, Takashi Tsuji, Shuji Ohtani,  
Takehiro Masuzawa

Altitudinal distribution of living soil microorganisms in Mt. Fuji was studied with a new fluorescent microscopic method. 5-carboxyfluorescein diacetate, acetoxymethyl ester (CFDA-AM), which is converted to a fluorescent product by intracellular esterase activity, was used in combination with a membrane-permeant treatment. This method stained many kind of microorganisms including gram-negative bacteria which was difficult to be stained by previous vital staining methods. This method showed that distribution of living microorganisms in Mt. Fuji changed on a boundary of tree line (2400 m a.s.l.). Cell numbers in the upper part was 100 times fewer ( $2.4\text{--}7.2 \times 10^7$  cells  $\text{g}^{-1}$ -dry soil) than that in the lower part ( $1.8\text{--}6.3 \times 10^9$ ). In contrast enumerations by conventional plate counting on nutrient agar were >100 times lower than that by the microscopic counting.

富士山において、高等植物、蘚苔類、地衣類等、マクロな生物群集に関する研究は古くから行われているが、土壤中の藻類やバクテリア等のミクロな微生物群集に関する報告例は少ない。特に、バクテリアは、生態系における分解者として、また植物との共生関係においても重要な役割を果たしているが、測定法の技術的問題から、生きている微生物数（生菌数）を正確に知ることは困難であった。この問題を解決するため、生きている微生物が持つエステラーゼ活性を検出する CFDA-AM (5-carboxyfluorescein diacetate, acetoxymethyl ester)を用いて、色素の膜透過性を向上させた染色法を開発した。この方法により、信頼性の高い生菌数測定が初めて可能になった。

本研究では、この CFDA-AM 染色法を用いて、富士山における土壤中の生きている微生物の高度分布を明らかにした。2001 年 8 月、富士山南斜面において、山頂部（標高 3755m）から標高 1700m まで、標高差 100-150m おきに土壌試料（表面下 5cm）を採取した。試料中の生きている微生物数を CFDA-AM 染色法により算出した。比較のため、従来の寒天培養法による計測も行った。その結果、両測定法共に森林限界（標高約 2400m）を境に、大きく測定値が異なっていた。CFDA-AM 染色法によると、上部では乾燥土壌 1 g 当たり  $2.4\text{--}7.2 \times 10^7$  個であるのに対し、下部では  $1.8\text{--}6.3 \times 10^9$  個と、100 倍程度の差が見られた。また、寒天培養法から推定した生菌数は、いずれの高度でも、CFDA-AM 染色法の 100 分の 1 以下であり、上部では、約 1000 分の 1 の値を示す試料もあった。本研究により、富士山の生きている微生物群集の分布特性に関して、信頼性の高いデータを初めて得ることが出来た。また、通常の培養法では培養できない微生物が非常に多いことから、新種の微生物も多く含まれていることが予想され、生物（遺伝子）資源の観点からも富士山は貴重なフィールドであると考えられる。



海洋性南極キングジョージ島のコケ群落に生息する線虫類の垂直分布  
Vertical distribution of nematodes in a moss community in King George Island,  
maritime Antarctic

鬼頭研二 (札幌医大) , Mülhauser, H. A. (Univ. Central de Chile, Chile),  
大山佳邦 (極地研)

Kito, K. (Sapporo Medical Univ.), Mülhauser, H. A. (Univ. Central de Chile, Chile)  
and Ohyama, Y. (NIPR)

As one of the programs of the 2000/01 Chile-Japan collaborative study, faunal and ecological studies of terrestrial invertebrates were carried out in King George Island. Free-living nematodes are a major taxon of the invertebrates in moss communities. It is suggested that they are abundant in the upper (1-3 cm) layer of moss in summer while in the lower (3-6 cm) layer in winter in Signy Island, maritime Antarctic. The present study aimed to see if nematodes in moss in King George Island also show the same summer pattern of vertical distribution as in Signy Island and to examine that the distribution pattern may vary diurnally due to nematode migration within moss. Each 2 moss sample, 10 cm<sup>2</sup> and 5 to 7cm deep, was collected at intervals of 6 hours for 2 days in a stand of *Sanionia uncinata* near Escudero Station and they were divided into 1 cm-layers horizontally. Nematodes extracted from each moss layer were identified to species level and counted. Nine species of the following 7 genera were classified; *Geomonhystera*, *Plectus*, *Teratocephalus*, *Paramphidelus*, *Coomansus*, *Eudorylaimus*, and *Rhyssocolpus*.

日本一チリ南極共同観測として2000年12月から2001年1月にかけてサウスシェトランド諸島キングジョージ島のコケ群落において線虫類を主とした陸生無脊椎動物の分類学的・生態学的研究を行った。南極でのコケ群落に生息する線虫類の生態学的研究は少ないが、同じ海洋性南極のサウスオークニー諸島シグニー島での研究から線虫類は夏期には0-3cmのコケ上層に、冬期には3-6cmの下層に多く、種により季節的に垂直移動をすることが示唆されている。今回の研究は夏期ということで、本島でもコケ群落の線虫類がシグニー島同様にコケ上層に多く分布しているかどうか、そしてその垂直分布が日周変化を示すか否かについて種レベルでの解析を試みた。エスクデロ基地近くにある比較的小規模な *Sanionia uncinata* 群落を研究箇所を選び、1月5日18時から7日18時にかけて6時間おきに底面積10cm<sup>2</sup>、深さ5-7cmのコケを採取した。そして、コケを表面から順に1cmごとの層に切り分け、層別に個体数をカウントして線虫類の垂直分布を調べた。環境要因としては気温ならびにコケの表面と内部の温度を連続的に計測した。ここでは本群落に生息する7属 (*Geomonhystera*, *Plectus*, *Teratocephalus*, *Paramphidelus*, *Coomansus*, *Eudorylaimus*, *Rhyssocolpus*) 9種の線虫について、それぞれの垂直分布パターンと日周変化について報告する。



南極マクマードドライヴァレー地域から分離した単細胞藻類の  
光合成活性と凍結耐性

Freeze tolerance and photosynthetic activity of unicellular algae isolated from the  
McMurdo Dry Valleys, Antarctica

長島秀行(東京理科大・理)、秋山洋子(東京理科大・基礎工)、  
井上源喜(大妻女子大・社会情報)

Hideyuki NAGASHIMA, Yoko AKIYAMA (Science University of Tokyo) and  
Genki I. MATSUMOTO(INOUE) (Otsuma Women's University)

Two unicellular green algae, *Chlorella* sp. strain A789-12 and *Stichococcus bacillaris* strain A789-13 were isolated from the McMurdo Dry Valleys, Antarctica. These algae have psychro-tolerant and freeze tolerant properties. After freezing of the algae to  $-20^{\circ}\text{C}$  at various decreasing rates, the photosynthetic activities at  $20^{\circ}\text{C}$  remained mostly, but the extent of it were affected by the rate of freezing.

「はじめに」われわれは、これまでの研究から南極大陸のドライヴァレー地域の岩石表層から分離した単細胞緑藻 *Chlorella* sp. A789-12 株と *Stichococcus bacillaris* A789-13 株は  $5^{\circ}\text{C}$  から  $35^{\circ}\text{C}$  までの範囲で生育し、光合成酸素発生能は  $0^{\circ}\text{C}$  から  $40^{\circ}\text{C}$  までの範囲で認められることを明らかにした。また、これらの緑藻を  $-30^{\circ}\text{C}$  まで凍結させたときの残存光合成活性はある程度維持されたが、温帯産緑藻 *Chlorella vulgaris* C-135 株では全く活性を失うことがわかった。今回は、さらにそれらの藻類の凍結速度と残存光合成活性の関係について調べた。

「材料と方法」材料としては上記3株の他に南極産黄緑藻 *Xanthonema sessile* PAB759 株を用いた。藻類の凍結にはプログラムフリーザー(Espec SU240)を用い、光合成酸素発生活性はクラーク型酸素計(Hansatech Oxygraph OXY-1)を用いた。

「結果と考察」藻体をいろいろな速度で  $-20^{\circ}\text{C}$  まで冷却して凍結させた後、冷却時と同じ速度で解凍し、 $20^{\circ}\text{C}$  におけるそれらの残存光合成活性をみると、A789-12 株、A-789-13 株とも凍結速度を各  $-0.03^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ,  $-0.06^{\circ}\text{C}/\text{min}$  としたとき活性が最も高く、速度を増加させると活性は次第に低くなったが、 $-0.48^{\circ}\text{C}/\text{min}$  以上では逆に活性が高くなる傾向を示した。PAB-759 株は遅い凍結速度 ( $-0.06/\text{min}$  まで) のとき光合成活性は残存したが、C-135 株ではどの条件でも全く活性を失った。以上のことから、南極産緑藻 *Chlorella* sp. A789-12 株と *Stichococcus bacillaris* A789-13 株は最も凍結耐性があるが、それらの耐性の程度は凍結・解凍速度に強く影響を受けることが明らかになった。

すりばち池の生物学的特徴  
Biological characteristic in Lake Suribachi

伴 修平 (滋賀県立大) ・ 伊村智 (極地研) ・ 工藤勲 (北大)  
Syuhei Ban (Univ. of Shiga Prefecture), Satoshi Imura (NIPR)  
Isao Kudo (Hokkaido Univ)

Biological parameters as chlorophyll *a* concentration, bacterial and primary production, auto- and heterotrophic plankton abundance were determined on 10-12 January 2001 in Lake Suribachi, Skarvsnes, Antarctica. Vertical profiles on water temperature, specific gravity, pH, turbidity, dissolved oxygen and nutrients were simultaneously measured. Lake surface completely opened during this study. Water temperature was  $<1^{\circ}\text{C}$  at 0m, but increased until 2m. It rapidly increased below 6m, being  $17^{\circ}\text{C}$  at 10m. According to vertical profile of  $\sigma_{15}$  (specific gravity at  $15^{\circ}\text{C}$ ), there were two distinct pycnoclines at 0-2m and 8-10m. Dissolved oxygen was  $6-7\mu\text{lO}_2/\text{L}$  above 6m, and increased up to  $>20\mu\text{lO}_2/\text{L}$  by 9m, but abruptly declined below 10m, being anaerobic condition. Chlorophyll *a* concentrations were  $>0.4\mu\text{g}/\text{L}$  at 0m and 9-14m, while  $<0.08\mu\text{g}/\text{L}$  at 2-8m. Chlorophyll peaks were found at 10 and 14m, and chlorophyll degradation products also increased below 10m. pH peaks were at 0 and 9m. Both  $\text{NH}_4$  and  $\text{PO}_4$  accumulated over 500 and  $40\mu\text{M}$ , respectively, below 10m, and  $\text{NO}_3$  concentrations were high at 0 and 9m. The vertical profiles of these physico-chemical and biological parameters suggest that primary production might be restricted at the surface and thin layer just above the anaerobic deep part of the lake.

南極昭和オアシスのスカルブスネスにあるすりばち池において、2001年1月10-12日に水温、比重、pH、濁度、溶存酸素、栄養塩濃度の測定に加え、生物学的パラメータとしてクロロフィル*a*量、一次生産量、バクテリア生産、独立及び従属栄養プランクトン細胞数を測定した。調査時には、湖面は完全に開氷しており、表面水温は $1^{\circ}\text{C}$ を下回っていた。しかし、2mでは $4^{\circ}\text{C}$ まで上昇し、6m以深では急激に昇温して10mでは $17^{\circ}\text{C}$ に達した。 $\sigma_{15}$  ( $15^{\circ}\text{C}$ での比重)の鉛直プロファイルから見ると、0-2mに大きな不連続層が見られ、12m以深では1.15を上回るもののそれ以上の大きな変化は見られない。溶存酸素量は、4mまで $6-7\mu\text{lO}_2/\text{L}$ だが、6mから急激に上昇し、8-9mでは $20\mu\text{lO}_2/\text{L}$ を上回った。しかし、10-24mでは溶存酸素は検出できず、10m以深は嫌気状態にあることが示唆された。クロロフィル*a*量は、2-8mでは $0.08\mu\text{g}/\text{L}$ を上回ることはなかったが、0mと9-14mで $0.4\mu\text{g}/\text{L}$ を上回った。クロロフィル極大は10mと14mで見られたが、10m以深ではクロロフィル分解産物も増加した。さらに、pHは0mと9mでピークを示し、 $\text{NH}_4$ と $\text{PO}_4$ は10m以深でそれぞれ500および $40\mu\text{M}$ 以上蓄積しており、 $\text{NO}_3$ は0mと9mにピークを示した。これら物理化学的パラメータとクロロフィルの鉛直プロファイルから、すりばち池における基礎生産は0mと還元層直上に限られ、2-6mではほとんど行われないものと考えられた。発表時には検鏡結果も合わせて報告する予定である。

## ぬるめ池における水塊成層構造と底質環境

## Water column stratified structure and subbottom environment in the Lake Nurumeike on the Lützow-Holm Bay, Antarctica.

瀬戸浩二(島根大学・地球資源環境)

K. Seto (Shimane Univ.)

Lake Nurume-ike is located on the Langhovde area, Lützow-Holm Bay. To discuss the water-mass structure and environment in this lake, we measured the water quality such as water temperature, salinity, dissolved oxygen and so on. As a result of analysis, lake water divided to 4 water-masses by halocline. First Water Layer is characterized by low salinity (5 to 15psu). The salinity is 29 psu in the Second Water Layer, and 32 psu in the Third Water Layer. That salinity is close to the seawater. Forth Water Layer shows the hypersaline water (about 53 psu). The salinity has been stabilized throughout the annual below the Second Water Layer. The water temperature changes concerning this water mass structure. In the winter, the Second and Third Water Layer circulate in each water mass. Those water mass do not circulate in the summer because of temperature stratification is formed in water mass. It does not circulate Forth Water Layer throughout the annual.

The difference between cooling and heating system and circulation system of each water mass influences the environmental factor which is directly related to the organism, and controls the subbottom environment. These differences are also reflected for analytical data of organic geochemistry.

ぬるめ池はリュツォ・ホルム湾のラングホブデにある水深 16m, 面積 3.1ha の小規模な塩湖である。ぬるめ池の湖水は、2層構造をなしていることが知られており、その形成過程について議論されている(佐野ほか, 1977)。そのような多層構造を示す塩湖で、底生生物が生息する底質の環境について検討するため、詳細な水質及び採泥調査を行った。

水質の解析を行った結果、水深2m付近、5m付近、10m付近に塩分躍層が認められ、表層水を加えると塩分躍層を境界として4つの水塊が存在する。第1層は、塩分が4-15psuで夏季と冬期で大きく塩分が異なる。第2層と第3層はそれぞれ塩分が 29psu と 32psu で比較的海水に近い塩分を示している。第4層は 53psu で標準的な海水の 1.5 倍の塩分を示している。第2層より深い水塊の塩分は、年間を通じてほとんど変化することはない。水温は水塊構造に関連して変化する。夏季は、塩分躍層を中心に水温が上昇し、第2層より深い水塊は水塊中に温度成層が生じ、循環しなくなる。一方、冬期は、第2層および第3層で、水塊ごとに水温が減少している。第4層では、冬期の観測においてほとんど水温変化が認められなかった。これらは、第2層および第3層ではそれぞれ水塊中で循環が起り、ミキシングされながら水温が低下していることを示している。また、冷却過程が2段階あることと塩分躍層の塩分変化率が緩やかで水温変化による循環が起らないことによって第4層は保温されているものと思われる。

各水塊の冷却・加熱システムや循環システムの違いは、溶存酸素量などの生物に直接関わる環境要素に影響し、底質環境をコントロールしている。第1層はほとんどが砂一礫で、生物は少ない。これは冬期に第1層のほとんどが凍結することに起因している。第2層、第3層は有機物に富む褐色の泥質砂で第2層上部からコペポダが発見されている。第4層は有機炭素量が5%の黒色の有機質泥であり、還元環境を反映している。この水塊では底生生物は確認されていないが、高塩分に生息できる浮遊性あるいは遊泳性の微生物が確認されている。これらの違いは、有機地球化学的な分析データにも反映されている。

## 昭和基地周辺における湖沼底生蘚類の分布

### Distribution of aquatic mosses in the lakes in the vicinity of Syowa Station area, Antarctica

伊村智(極地研)・板東忠司(京都教育大)・大谷修司・瀬戸浩二(島根大)・  
工藤栄・神田啓史(極地研)

Imura, S. (NIPR), Bando, T. (Kyoto Univ. Educ.), Ohtani, S., Seto, K. (Shimane Univ.),  
Kudoh, S., Kanda, H. (NIPR)

76 lakes in the vicinity of Syowa Station area were surveyed to investigate the distribution of two species of aquatic mosses, *Bryum* sp. and *Leptobryum* sp. *Bryum* sp. was found in 31 (41%) lakes and widely distributed in the study area. *Leptobryum* sp. was found only in 12 (16%) lakes in restricted area mainly in Skarvsnes. *Bryum* sp. is thought to be the aquatic form of *B. pseudotriquetrum*, which is one of the most common species on the ground in this area. On the other hand, no species of genus *Leptobryum* has been reported in Continental Antarctica. This difference in the origin of distribution may effect on the distribution of two aquatic mosses in the lakes.

昭和基地周辺の湖沼には、シアノバクテリアや藻類に加えて、*Bryum* sp.と*Leptobryum* sp.の2種類の水生蘚類が旺盛に生育している。この春帰国したJARE42 夏隊(2000-2001)での調査結果を中心に、これまでに得られた両種の分布に関する知見をまとめて報告する。

アムンゼン湾、プリンスオラフ海岸、宗谷海岸の露岩地域を調査地域とし、ここに点在する 76 の湖沼を対象として水生蘚類の分布を調べた。*Bryum* sp.は、淡水で水深 3 m 以上の 31 の湖沼から見出された。これは調査湖沼の 41%に相当し、本種はこの地域の湖沼植生の主要な成分の一つと考えられる。一方の *Leptobryum* sp.は、スカルブスネスを中心としてラングホブデ、スカーレンの一部の、多少塩分濃度の高い水深 3 m 以上の 12 の湖沼から見出された。*Bryum* sp.は陸上に広く分布している *B. pseudotriquetrum* の水中型と考えられているが、*Leptobryum* sp.はこの地域の陸上には分布していない。湖沼内への分布の起源の違いが、両種の分布に差をもたらしている可能性がある。

JARE42 での調査により、白瀬氷河の流出口に近い調査地域最南端のストラニツバの湖沼からも、*Bryum* sp.の旺盛な群落が見られた。また、東西に長いスカルブスネスを、東に位置する氷床からの開放年代を反映するラインと想定したが、東部と西部での水生蘚類の植生には大きな違いが見られなかった。この地域での氷床からの開放年代の差は、現在の湖沼植生を決定する要因ではないようである。

スカルプスネス湖沼群における水生コケ群落中（コケ坊主）の藻類の種組成  
 Species composition of freshwater algae in benthic moss pillars in lakes,  
 Skarvsnes, Antarctica

大谷修司<sup>1</sup>, 工藤 栄<sup>2</sup>, 土屋泰孝<sup>3</sup>, 巢山弘介<sup>1</sup>, 伊村智<sup>2</sup> (島根大<sup>1</sup>, 極地研<sup>2</sup>, 筑波大)  
 Ohtani, S<sup>1</sup>., Kudoh, S<sup>2</sup>., Tsuchiya, Y<sup>3</sup>., Suyama, K<sup>1</sup> and Imura, S<sup>2</sup>.  
 .(Shimane University<sup>1</sup>, NIPR<sup>2</sup>, Tsukuba Univ.<sup>3</sup>)

Species composition of freshwater algae in benthic moss pillars and algal mats were studied in the lakes, Skarvsnes, Antarctica. *Leptolyngbya perelegans*, *Amphora* sp. and *Oedogonium* sp. dominated in moss pillars of B-4 Lake. Algal cells outside of moss pillars of B-4 Lake were alive or dead. On the other hand, most cells inside of moss pillars were dead. Epiphytic algae on moss pillars were similar to those in algal mats collected from lakes around B-4 Lake.

南極スカルプスネス湖沼群には、水中にコケ群落（コケ坊主）が発達し、通称 B-4 池では、50cm の高さを超える群落が見つかった。2000 年 1 月 19 日、JARE40-41 隊員の共同で潜水調査を実施し、水中コケ群落の構造を壊すことなく採取した。その他、スカルプスネスの A 群、B 群の湖沼で藻被を採取した。ここでは、これらの水生コケ群落と藻被に付着する藻類の種組成を報告する。

現地にて、採取した水生コケ群落と藻被よりその一部分をピンセットを用いて採取し、光学顕微鏡にて種の同定を行った。

B-4 池の水生コケ群落から採取した試料のコケは、*Leptobryum* sp. と *Bryum pseudotriquetrum* の二種が混生したものか *Leptobryum* sp. 一種からなっていた。付着藻類としては、藍藻 *Leptolyngbya perelegans*, 珪藻 *Amphora* sp., 緑藻 *Oedogonium* sp. が高い頻度で出現し、これらの種が基質を形成した。前 3 種が構成する基質に藍藻 *Aphanocapsa* spp. *Nostoc* sp., 珪藻 *Navicula* sp., 緑藻 *Cosmarium subcrenatum*, *Cosmarium clepsydra* が混生していた。

水生コケ群落の一部の試料については、内部と外部から試料を採取し、細胞の生死の判定を行った。コケ坊主の外部では、いずれの種も生細胞と死細胞が混在していたが、内部では、藍藻、珪藻、緑藻いずれもほとんどが死細胞で、まれに内部に内容物が残った細胞が見られたに過ぎなかった。この結果から、水生コケ群落の外部で藻類は成長し、内部では分解が進んでいることが推察された。

B-4 池以外の B 群湖沼や A 群湖沼から採取した藻被からは、B-4 池と同様に藍藻 *Leptolyngbya perelegans*, 珪藻 *Amphora* sp., 緑藻 *Oedogonium* sp. が高い頻度で出現した。これらの藻被中に出現し、B-4 池水生コケ群落に出現しない種は、緑藻の *Gonatozygon* sp. *Kentrosphaera* sp. の二種だけであり、水生コケ群落に付着する藻類と藻被を構成する藻類の種組成は互いに類似していることが明らかとなった。



## Algal primary succession on deglaciaded moraine, Ny-Ålesund, Svalbard

Katerina Brynychova<sup>1</sup>, Josef Elster<sup>2,3</sup>, Klara Kubeckova<sup>2,3</sup>, Alena Lukesova<sup>2,4</sup> &  
Hiroshi Kanda<sup>5</sup>

University of South Bohemia, Faculty of Education, Ceske Budejovice<sup>1</sup>,  
University of South Bohemia, Faculty of Biological Sciences, Ceske Budejovice<sup>2</sup>  
Academy of Sciences of the Czech Republic, Institute of Botany, Trebon<sup>3</sup>  
Academy of Sciences of the Czech Republic, Institute of Soil Biology, Ceske Budejovice,  
*Czech Republic*<sup>4</sup>  
National Institute of Polar Research, Tokyo,  
*Japan*<sup>5</sup>

Cyanobacteria and eukaryotic algae appear to play an important role in deglaciaded polar soils. They colonise mainly the soil surface and subsurface and, over time, they create a distinct hardened layer, called a soil crust. This results in a stabilisation of these loose substrate, but, more importantly, it begins the incorporation of organic matter, the nutrient enrichment of the primary substrate, and soil development. Organic matter and nutrients accumulated by cyanobacteria and algae are used in subsequent successional processes by bacteria, fungi, bryophytes and vascular plants.

In 1997 and 1998, the species diversity of soil blue-green and eukaryotic algae was studied along a 800m transect from the edge of the glacier across ground moraine of the East Brøgger glaciers, in vicinity of Ny-Ålesund, the north-western part of Spitsbergen (Svalbard). The East Brøgger moraine is approximately 2 km wide. 1997 and 1998 transects were in western part of the moraine. In 1999, three transects (A, B, C) across ground moraine were collected for cyanobacteria and eukaryotic cell quantification. The localisation of A transect correspond to 1997 and 1998 transect. The transect B was localised in central part and the C in the eastern part of the moraine, respectively. Sampling sites were 25 m apart, along a gentle slope varying in: micro-topography, drainage, soil nutrients, organic matter content, substrate granular disintegration, and in composition and cover of bryophytes and vascular plants.

Fluorescent microscopy (Olympus BX 60) was used for soil cyanobacteria and eukaryotic algae cells quantification. Two based group cyanobacteria and algae were separated. In addition coccoid, filamentous and colony producing forms were quantified separately. These three morphological forms were divided after their size into four groups. The cell biovolume per 1g of soil was calculated. In this presentation the results of cyanobacteria and eukaryotic algae cell quantification is introduced.



## マリモの世界的分布と分子系統学的相同性

Global distribution and molecular phylogenetic homology of the freshwater green alga Marimo, *Aegagropila linnaei*

若菜勇<sup>1</sup>・羽生田岳昭<sup>2</sup>・植田邦彦<sup>2</sup>・Árni Einarsson<sup>3</sup>・Stefan Zimmermann<sup>4</sup>・Triin Reitalu<sup>5</sup>・David Czarnecki<sup>6</sup>・Maria Kahlert<sup>7</sup> (阿寒町教育委員会<sup>1</sup>・金沢大学<sup>2</sup>・ミーヴァトン研究所<sup>3</sup>・ミュンヘン工科大学<sup>4</sup>・タルトゥ大学<sup>5</sup>・ローラス大学<sup>6</sup>・ウプサラ大学<sup>7</sup>)

Isamu Wakana<sup>1</sup>, <sup>2</sup>Takeaki Hanyuda, <sup>2</sup>Kunihiko Ueda, <sup>3</sup>Árni Einarsson, <sup>4</sup>Stefan Zimmermann, <sup>5</sup>Triin Reitalu, <sup>6</sup>David Czarnecki and <sup>7</sup>Maria Kahlert (Akan Town Board of Education<sup>1</sup>, <sup>2</sup>Kanazawa University, <sup>3</sup>Myvatn Research Station, <sup>4</sup>Technical University of Munich, <sup>5</sup>University of Tartu, <sup>6</sup>Loras College and <sup>7</sup>Uppsala University)

マリモは東アジアおよびヨーロッパの淡水湖沼に生育する糸状性緑藻の一種で、球状の集合を形成することでよく知られる。日本においては、本種は絶滅危惧種に指定されており、また球状集合の群落を有する北海道阿寒湖の個体群が特別天然記念物に指定されていることから、その生態や保護に対する関心が高い。

これまで、東アジアに分布するマリモは、ヨーロッパで記載された *Aegagropila linnaei* (= *Cladophora aegagropila*) と同種とされ、形態的・生態的な差異によって、さらに多くの品種や変種に分類されてきた。しかし、最近の分子系統学的な検討によって、これらはマリモあるいはタテヤママリモ（未記載種）のいずれかに収斂されることが明らかにされている。そこで本研究では、東アジアおよびヨーロッパのマリモについて、分子系統学的な見地から種の相同性について再検討を行うとともに、これまで検討されたことのなかった北アメリカの類似藻類も解析に加えることによって、世界的な分布と系統関係に関する実態の解明を試みた。

1993 年から 2001 年にかけて、形態形質に基づいてマリモと同定される藻を、日本国内をはじめ、極東ロシア（サハリン）、エストニア、スウェーデン、オーストリア、アイスランド、およびアメリカ合衆国ミネソタ州の 26 カ所で採取し、核の 18SrDNA 遺伝子領域ならびに ITS 領域の塩基配列情報に基づいて系統関係を解析した。その結果、検討した全てのサンプルについて、18SrRNA の塩基配列は産地間で変異がまったく見られず、また進化速度がより速いとされる ITS 領域でも 921 塩基中 8 塩基の変異しか認められなかった。これらのことから、ヨーロッパ、東アジア、北アメリカのマリモは分子系統学的に同種とみなされること、また、シオグサ科など他のアオサ藻綱藻類では同一種内の ITS 領域の変異が数%以上に達する例が報告されているものの、マリモの場合、広布種であるにもかかわらず種内の遺伝的分化の程度は極めて低いことが分かった。

The marimo *Aegagropila linnaei* (= *Cladophora aegagropila*) is a species of filamentous green algae (Ulvophyceae) that grows in freshwater lakes of Europe as well as East Asia, and is well known as forming globular aggregations. In this research, algal materials identified as Marimo morphologically were collected from 26 localities of the Northern Hemisphere including North America in which there is no record of this alga until now. The genetic homology and/or heterogeneity were investigated through a molecular phylogenetic method. As for the base sequence in the nuclear 18SrRNA gene region, no divergence was found among all of the samples examined. Also in the ITS region (921bp), only 8 sites were polymorphic. ITS has relatively rapid evolutionary rate and the genetic divergence of ITS within many species of the Ulvophyceae investigated is several percent or more. These results suggest that the marimo is a cosmopolitan species with a very low genetic differentiation.

## アイスランド・ヴァトナ氷河のマリゴケ

Moss balls on the glacier Vatnajökull, Southern Iceland

若菜 勇(阿寒町教育委員会)、 Einarsson, Á. (Myvatn Research Station, Iceland),  
Bjornsson, H. (Kvisker, Oraefi, Iceland)、伊村 智(極地研)  
Wakana, I. (Akan town Board of Education), Einarsson, Á. (Myvatn Research Station, Iceland),  
Bjornsson, H. (Kvisker, Oraefi, Iceland), Imura, S. (NIPR)

## 南極雪鳥沢での環境操作にともなう蘚類繁殖体バンクの反応

### Response of the moss propagule bank to a controlled environment in the Yukidori Valley, Antarctica

鮎川恵理（総研大），伊村智，神田啓史（極地研）

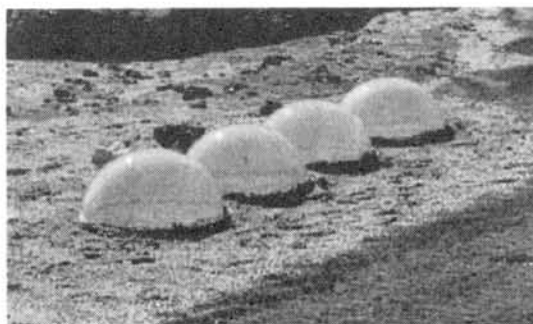
Ayukawa, E. (Grad. Univ. for Advanced Studies), Imura, S. and Kanda, H. (NIPR)

The in situ response of the propagule on bare ground and moss community to a controlled environment was investigated. Transparent acrylic dome had been placed on the communities and bare grounds in the Yukidori Valley, Langhovde, Antarctica from December 31st, 2000 to February 7th, 2001. The changes of climate (soil moisture before and after the environment control experiment and air temperature in the domes) and the response of propagule to the experiment will be reported.

南極の蘚類群落周辺の裸地土壤には，水分，温度などの環境条件が整わないために発芽しないまま蓄積された蘚類の繁殖体バンクが存在することが知られている．これまで，実験室内で土壤そのものを培養することにより，繁殖体バンクの分布，量，種構成などが明らかにされてきた．しかしながら，実験室内での実験においてはサンプルの保存方法，土壤採取時の物理的な攪乱，培養時の水分条件など発芽に影響する様々な人為的要素が重なり，自然状態での栄養繁殖体の発芽，定着に関する議論が難しい．そこで本研究では南極ラングホブデ雪鳥沢で環境操作実験を行い，裸地や蘚類群落に含まれる蘚類の栄養繁殖体の野外環境における反応について明らかにすることを目的とした．

2000年12月31日から2001年2月7日までの期間，南極ラングホブデ露岩域の雪鳥沢の蘚類群落および裸地に，直径50 cmの透明アクリル製半球型チャンバーを設置した(図)．蘚類群落および裸地の状態，土壤中の栄養散布体の数と形状，土壤水分をチャンバー設置の前後に調べた．またチャンバー内外の温度をデータロガーにより記録した．

チャンバー内の気温はコントロール区に比べ平均で8.8℃上昇した．実験前の土壤水分はさまざまであったが，実験後に増加している場合が多く見られた．裸地に置かれた19の実験区のうち13区では植生に変化がなかったが6区では新たに蘚類の出現が観察された．出現した蘚類種，栄養繁殖体の分布，発芽状況などについて報告する．



図．設置されたアクリル製半球型チャンバー

## 南極昭和基地周辺に分布する蘚類群落の構造と更新動態

### Vegetation structure and dynamics of the bryophyte communities around the Syowa Station, Antarctica

沖津 進 (千葉大学園芸学部)

Susumu Okitsu (Faculty of Horticulture, Chiba University)

Vegetation structure and dynamics of the *Ceratodon purpureus*-*Bryum pseudotriquetrum* community along the Yukidori Valley, Langhovde near the Syowa Station, Antarctica were documented. This moss community showed a clear vegetation structure in relation to micro-topography: on the mound part *Ceratodon purpureus* prevailed, while on the hollow part *Bryum pseudotriquetrum* exclusively dominated. The dynamics of this community showed somewhat cyclic manner. The sand-covered *Bryum pseudotriquetrum* patch basically remained itself. Some of them, however, changed into the *Ceratodon purpureus* mixed patch, and finally this patch shifted to the Cyanobacteria-covered *Ceratodon purpureus* patch. This patch, again, degraded into the sand-covered *Bryum pseudotriquetrum* patch.

【はじめに】日本南極地域観測隊によるこれまでの陸上蘚類群落研究では、主要蘚類の分類や分布、群落分類、あるいはスノードリフトとの関係での分布立地など、植物群落学の基礎をなす生態学的記載が主体であった。しかし、群落の成立過程や更新動態、維持機構、などの動的な問題はこれから検討すべき課題として残されていた。この報告では、最も主要な蘚類群落である *Ceratodon purpureus*-*Bryum pseudotriquetrum* 群落を取り上げ、その群落構造を明らかにし、更新動態について展望する。

【調査地と方法】昭和基地 (69° 02'S, 39° 28'E) に近いラングホブデの雪鳥沢沿いに分布する *Ceratodon purpureus*-*Bryum pseudotriquetrum* 群落を調査対象とした。おおむね 30cm x 30cm 程度以上の広がりを持つ群落を選び、群落構造調査を行った。群落表面の微地形を凹地 斜面 凸地の 3 タイプに区分し、それを覆っている蘚類とその地表直下に現れる蘚類などを記録した。

【結果と考察】*Ceratodon purpureus*-*Bryum pseudotriquetrum* 群落の構造を微地形との関連でみると、凸地の多くには藍藻類で覆われた *Ceratodon purpureus* が分布している。一方、凹地では砂で覆われた *Bryum pseudotriquetrum* の出現頻度が高い。この群落には微地形と対応した明瞭な構造が認められる。*Ceratodon purpureus* は相対的に乾燥した凸地で優占する。一方、*Bryum pseudotriquetrum* は凸地には現れず、相対的に湿った凹地を中心に分布する。

この群落の更新動態を調べるために、地表と直下の蘚類の関係を検討した。*Ceratodon purpureus* のみ群落は藍藻類か藍藻類で覆われた *Ceratodon purpureus* 群落へ移行している。砂で覆われた *Ceratodon purpureus* 群落の多くは藍藻類で覆われた *Ceratodon purpureus* 群落へ移行変わるが、*Ceratodon purpureus* のみの群落へも移行する。砂で覆われた *Bryum pseudotriquetrum* 群落の多くは変化無く推移するが、一部には *Ceratodon purpureus* が混生するようになる。

以上の結果からこの群落の更新動態をまとめると以下ようになる。無被植の砂地が存在した場合、まず *Bryum pseudotriquetrum* が定着して砂かぶりの群落を形成する。これは凹地では、湿潤である一方、定常的に砂がかぶりやすいこともあって安定継続するが、乾燥化進むと一部には *Ceratodon purpureus* が進入する。より乾燥する凸地では、*Bryum pseudotriquetrum* 群落は *Ceratodon purpureus* のみの群落へと移行し、最終的には藍藻類で覆われる。このパターンは冬期の風衝、積雪、飛砂などで崩壊し、もとの砂地へ戻る。また、*Ceratodon purpureus* のみの群落は砂をかぶった場合砂で覆われた *Bryum pseudotriquetrum* 群落へと変化するが、これは最終的には藍藻類で覆われた *Ceratodon purpureus* 群落へ推移して崩壊期を迎える。

## 富士山山頂における蘚類群落の分布と永久凍土

## Distribution of moss community and permafrost on summit of Mt.Fuji

増沢武弘(静岡大・理・生物地球)・\*鈴木俊宏(静岡大・理・生物地球)・藤井理行(極地研)

MASUZAWA, Takehiro, \*SUZUKI, Toshihiro (Shizuoka University),

FUJII, Yoshiyuki (National Institute of Polar Research)

Mt.Fuji is an independent mountain in central Honshu. The diameter of summit is about 600m. There are several peaks around the crater such as Kengamine (3776m) and Hakusandake (3756m). Maximum air temperature in the summer season on the summit of Mt.Fuji approximately 10°C and at the freezing period it is reduced to -30°C. The ground of summit is covered by snow at the two-third period of the year. Therefore, the growing season of plants is short and permafrost is available. On the Mt.Fuji west-wind is flow throughout the year due to their westerlies and independent structure.

The soil of summit is stable for that reason *Pogonatum sphaerothecium*, *Racomitrium*, *Grimmia* etc. is widely distributed on this area. The distribution patterns of moss communities were investigated from 1998 to 2001. The distributions of mosses were not uniform on this area. There were higher vegetation covers of mosses on Kengamine, Kaminari-iwa, north and northeast slope of Hakusandake than other places of summit. The large communities of mosses form at the places, which is wetted by the dropping water of rock in summer. About 20 species of mosses were distributed on the summit, out of them *Ceratodon purpureus* and *Bryum argenteum* were found on the Kengamine.

The availability of permafrost was investigated from 1999 to 2001. The permafrost were found mostly on the Kengamine, Kaminari-iwa, Hakusandake and Izudake in summer. The availability of permafrost was estimated by the measurement of soil temperature at 30cm, 50cm and 70cm. Almost permafrost were found at around the large communities of mosses. Therefore, it is assumed that the distribution of moss and permafrost is closely related to each other.

富士山は本州のほぼ中央に位置する独立峰であり、山頂は直径約 600m のほぼ円形の噴火口と剣が峰(3776m)や白山岳(3756m)をはじめとする外輪山からなる。富士山山頂は、夏期には最高気温が 10°C 前後まで上昇するが、最寒月の 1-2 月には最低気温が -30°C に達し、年間のほぼ 3 分の 2 が雪に覆われている。そのため、植物の生育可能期間が短く、永久凍土が発達している。また、富士山は独立峰であるため偏西風の影響を大きく受け、年間を通じて強い西風を受けている。

山頂は比較的基盤が安定しているため、*Pogonatum sphaerothecium*、*Racomitrium*、*Grimmia* などの豊富な蘚類群落は局所的に存在している。1998 年から 2001 年にかけておこなった調査の結果、蘚類の分布は山頂全体で一様ではなく、剣が峰周辺、雷岩周辺、白山岳北斜面、白山岳北東斜面に多くの種類の蘚類による高い密度の群落が成立していた。また、これらの群落の周辺には岩盤から水が浸出し、蘚類群落がある一定期間湿潤な環境にあることが観察された。

富士山山頂には約 20 種の蘚類が分布していたが、*Ceratodon purpureus* (ヤノウエノアカゴケ) や *Bryum argenteum* (ギンゴケ) などは、主として剣が峰の周辺にみられた。

1999 年から 2001 年にかけておこなった凍土調査により、剣が峰、雷岩、白山岳、伊豆岳およびその周辺に大規模な永久凍土の存在が確認された。永久凍土の存在は、地表面からの深さ 30cm、50cm、70cm の地温の変化から推定した。その結果、山頂における永久凍土の分布と蘚類群落の分布(種数、密度)がほぼ一致していたことが明らかとなった。



## バイカル湖の BDP96&98 堆積物コア中の有機成分による過去 1200 万年間の グローバルな環境変動

Global environmental changes in the last 12 million years inferred from  
organic components in BDP96&98 sediment cores from Lake Baikal

松本源喜, 尾形理恵, 長谷川香織 (大妻女大社情), 高松信樹 (東邦大理), 河合崇欣 (国立環境研)  
Genki Inoue Matsumoto, Rie Ogata, Kaori Hasegawa (Otsuma Women's Univ.), Nobuki Takamatsu  
(Toho Univ.), Takayoshi Kawai (Natl. Inst. Environ. Studies)

Organic components in BDP96&98 sediment cores from the Academician Ridge of Lake Baikal were studied to elucidate changes in biological production, sources of organic matter and global paleoenvironmental changes for the last 12 million years. The sediment cores composed of silty clay alternate with diatom frustules. Total organic carbon (TOC) contents in the cores were low, and similar to some oligotrophic lakes. TOC and total nitrogen (TN) contents decreased about a half from the past 12 million years to the present, reflecting decrease of biological production and cooling of climate on the earth. Allocthonous organic matter can be mainly supplied by river waters in warm with humid climate.

地球環境は長期間でみた場合大きく変動している。本研究ではバイカル湖のアカデミシャンリッジで、1996 年に掘削された堆積物コア (BDP96/1&2) および 1998 年に掘削された BDP98/1,2 堆積物コア中の有機成分の特徴を総括 (BDP96&98 堆積物コア) し、過去 1200 万年間におよぶグローバルな長期環境変動を推定した。

全有機炭素 (TOC) および全窒素 (TN) は、堆積物試料の炭酸塩を除去するため塩酸で処理後、NCS 自動元素分析計 (Fisons NCS NA 2500) で測定した。試料中の炭化水素、脂肪酸およびステロールの分析は、Matsumoto et al. (1979, 1982) および Matsumoto and Watanuki (1992) の方法に準じて行った。

BDP96&98 堆積物コアはシルト・粘土層と珪藻殻を含む層から構成されていた。BDP98/2 堆積物コアの堆積年代は、深度 290. 352m を除き BDP96/1&2 堆積物コアとほぼ同じ堆積速度 (約 4 cm/ky) であった。深度 290. 352m の堆積速度は約 29cm/kyr と非常に大きいとその理由は不明である。BDP96&98 堆積物コア中の TOC および TN 濃度は、それぞれ 0.13. 2.8% (平均 0.93%) および 0.024. 0.40% (平均 0.14%) とかなり低く、バイカル湖流域の生物生産量は過去約 1200 万年間小さかった。BDP96&98 堆積物コアの TOC 濃度は短期間 (約 1000 年) で大きく変わり、環境変動に伴い生物生産量が大きく変化していることが示された。

長期環境変動を把握するために TOC, TN 濃度と年代との相関係数 ( $r^2$ ) をとると、それぞれ +0.21 ( $n=7710$ ) および +0.40 とかなり大きかった。1200 万年前の TOC と TN 濃度は、それぞれ 1.3% と 0.18% で、これらは現世に向かって半分以下の 0.6% と 0.07% に減少した。過去 1200 万年間はグローバルな寒冷化が進行した時代であることが判明した。また、TOC 濃度の加重平均値 (1%) の時間変動は、海底堆積物の酸素同位体比の変動傾向と一致し、環境変動がユーラシア大陸内部と海洋で同時にグローバルに進行していたと判断できる。TOC と TN 濃度の加重平均値は、過去 1200. 900, 750. 650, 440. 360, 200. 160 万年前で高く、温暖な時期に対応すると考えられるが、逆に 900. 800, 620. 450, 280. 200 万年前, 140 万年前、現世は寒冷であったと推定される。とくに、約 270 万年前からの寒冷化は、南北アメリカを結ぶパナマ陸橋の成立に起因する海流の変化などによる北半球における氷床の形成時期に一致する (e.g., 増田, 1991; Driscoll and Huang, 1998)。

BDP96&98 堆積物コアの TOC/TN 重量比の変動は TOC 濃度の変動と同様で、生物生産量の多い時期には、外来性の維管束植物の寄与が大きいことを示している。外来性有機物は主として河川により供給されるので、この寄与率の高い年代は温暖湿潤で河川流量が大きかったといえよう。比較的生物生産量が大きい 880. 820 万年前に自生性有機物の寄与が大きいのは、温暖で結氷期間が短縮したが流域の乾燥化により植生が貧弱になったためと考えられる。

炭化水素は長鎖  $n$ -アルカン ( $>C_{19}$ ) が卓越し、とくに多い成分は  $n-C_{27}$ ,  $n-C_{29}$ ,  $n-C_{31}$  アルカンあるいはスクアランで、このうち  $n-C_{27}$  アルカンに極大ピークを有する堆積層が多かった。このことから、マツやシラカンバなどは、過去約 1200 万年間バイカル湖盆における代表的な樹木であったと考えられる。また、約 620, 510, 90 万年前ではスクアランが最も卓越する炭化水素として検出され、メタン細菌の寄与が大きいことが示唆された。脂肪酸は長鎖  $n$ -アルカノイック酸 ( $>C_{19}$ ) のみを検討したが、 $n-C_{26}$  および  $n-C_{28}$  アルカノイック酸に極大ピークを有する堆積層が多く、マツ、シラカンバ、ヤナギやポプラなどの植生の変遷を反映していると考えられる。外来性ステロール [ $C_{29}$  ステロール / ( $C_{27} + C_{29}$  ステロール)] の割合 (%) は 40. 80% で変動し、TOC/TN 比から求めた外来性有機物の変動傾向と調和的であった。スタノール/ステロール比より、湖底は過去 1200. 1000 万年前が酸化的で、逆に 800. 600 万年前は還元的であったと推定される。



## 高山植物の耐凍性と FDA 染色による生存率測定

Cold tolerance of alpine plants and measurement of survival percentage  
by FDA-staining

\*矢守航・小神浩幸・増沢武弘（静岡大・理・生物地球）

\*YAMORI, Wataru, KOGAMI, Hiroyuki, MASUZAWA, Takehiro (Shizuoka University)

For study of cold tolerance of plants, it is important to analyze by physiological approach, again by morphological and ecological approach. Now, we tried to analyze metabolical feature (cold tolerance) of the cells next to morphological and environmental analysis of the plant. Sampling of plant materials for this study was performed at Yatsugatake (Mt. Iwo 2760 m a.s.l.) and the sets of analysis about cold tolerance ( $-5^{\circ}\text{C}$ ,  $-30^{\circ}\text{C}$ ,  $-80^{\circ}\text{C}$ ,  $\Delta=-2.0^{\circ}\text{C}/\text{hour}$ ) were performed, too. FDA-staining method can detect a survive cell on cross section of plant tissue because alive cell show fluorescence as a result of its endogenous esterase activity. For this study, we are trying to establish FDA-staining method because this method can provide useful data to analyze a relationship between survival rate of the cells and morphological feature of the plants. Since the result of cell survival rate by this method was consist with the one by the method using a parameter of electric conductivity, it is possible to say that FDA-staining method can provide reliable data. We are going to make a poster session about the efforts to establish FDA-staining method and a part of result using plant material from Yatsugatake.

植物個体の低温耐性について解析を行う際にはその植物体の形態学的・生態学的な特徴を考慮に入れた比較を行うことが必要である。本研究ではまず、個々の植物体が生存する環境やライフスタイル及び形態学的な特徴を比較・評価し、その上でその植物体を構成する細胞内での（低温環境に対する）代謝的な変化を比較することにした。その為、我々は八ヶ岳（標高 2760 m）に生育、越冬する常緑植物を対象として選び、季節ごとに植物試料を採取して各種の解析を行っている。我々が対象として選んだ植物体において、低温処理（ $-5^{\circ}\text{C}$ ,  $-30^{\circ}\text{C}$ ,  $-80^{\circ}\text{C}$ ,  $\Delta=-2.0^{\circ}\text{C}/\text{時間}$ ）に対する細胞の生存性を確認する為、FDA 染色法による結果を評価のインデックスとして用いることにした。FDA 染色法は細胞内に内在するエステラーゼ活性を利用することにより、生存細胞のみを蛍光させ、生存細胞を追跡する方法である。この方法によって、従来の培養細胞を用いた実験系とは異なり、植物器官の組織切片上で生存細胞の追跡を行うことが可能となる。今後、この FDA 染色による結果を蓄積・解析することによって低温耐性における植物器官や個体の形態学的特徴と細胞の代謝的な特徴の因果関係を定量化できると考えている。またこの FDA 染色による結果は従来法である電気伝導度を測定した結果とも一致しており、信頼性が高い方法であることも確認できた。本発表では FDA 染色法の確立に向けた取り組みと八ヶ岳の植物を用いた解析結果の一部を報告する。

# カナダ北極域における *Cassiope tetragona* の形態学的研究

## Morphological study on *Cassiope tetragona* at Canada arctic area

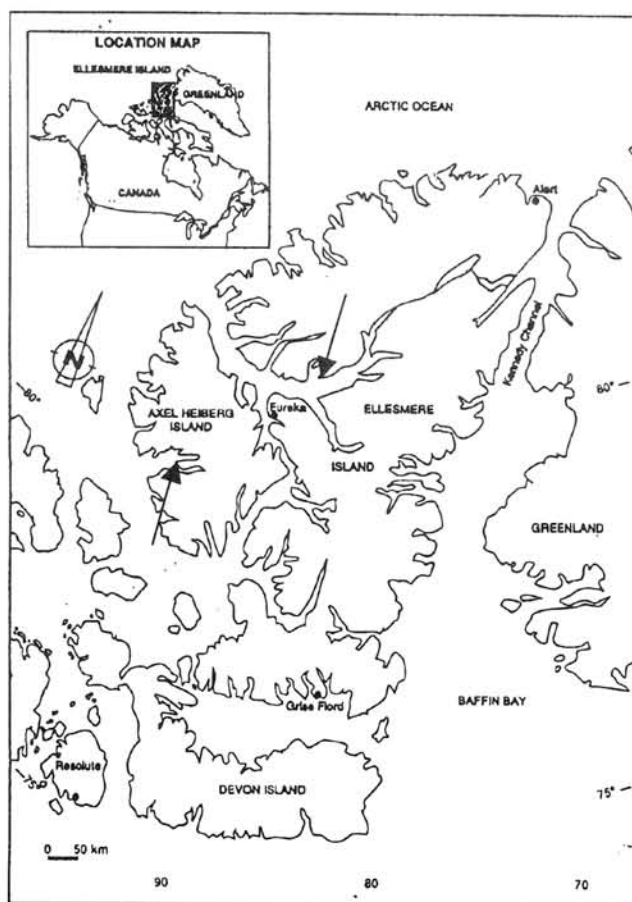
\*増沢武弘・八十島悠貴（静岡大学・理・生物地球）西谷里美（日本医大・生）・  
神田啓史（極地研）

\*MASUZAWA, Takehiro, YASOSHIMA, Yuki (Shizuoka University),  
NISHITANI, Satomi (Nihonika University), KANDA, Hiroshi (NIPR)

Ellesmere is polar desert, one of the driest areas of northern hemisphere, with an annual precipitation of only 60mm. In area where ground water is retained, vegetation such as grass-sedge meadows near snow-bed and retreated glacier. *Cassiope tetragona* is dwarf evergreen shrub and grows in mats of moss or on moist snow-bed slope, where it is sometimes associated with *Dryas integrifolia*.

We measured length of branches and number of flowers on *C. tetragona* according to moist level at snow bed slope. In the laboratory we made a microscopic study of morphological characteristics of evergreen leaves.

カナダ北極圏エルズミア・アクセルハイベルグ島にて *Cassiope tetragona* の群落調査を行った。調査地は北緯 80° 以北に位置しているため、高等植物はほとんど存在していないが、氷河の近くの窪地や雪田の斜面には小面積の植物群落が見られる。調査を行ったカシオペ群落は雪田の下方に位置する斜面で上部はすでに乾燥していて、下部は湿潤の条件であった。密度の高いカシオペの群落は幅 5~6m で上方から下方へ 50m ほど連続していた。地表部分の水分量に対するカシオペの形態学的変化を見るために、一年間で生長した茎の長さとして 1 シーズンにつけた花の数を本年度と昨年度に分けて測定した。また、形態学的な違いを明らかにするため葉の全体の構造、表面構造、内部構造についてパラフィン切片法を用いて顕鏡した。その結果、水分条件によって茎の伸出の仕方、葉の内部構造に違いが見られた。また、年間の伸長生長量には大きな差異があった。



Map of investigation area

## 北極圏のムカゴトラノオにおける、フェノロジーと葉の特性

### Phenology and leaf traits of arctic *Polygonum viviparum*

西谷里美（日本医大・生物）・増沢武弘（静岡大・理）

Satomi NISHITANI (Nippon Medical School) & Takehiro MASUZAWA (Shizuoka Univ.)

Phenology of arctic *Polygonum viviparum* was investigated in Ny-Alesund, Svalbard (79N, 12E) for three growing periods (throughout the growing period in 1998 and only mid summer in 2000 and 2001). Three study plots were set along a snowmelt gradient, where about 25 plants/plot were tagged and developmental stage and color of all leaves were recorded weekly. In 98, the length of the growing period was 8–9 weeks, and the longevity of each leaf was about 7 weeks, which didn't differ among the plots. Plants at early snowmelt plot started and stopped growing early. The tendency was similar in 2000 and 2001. These results suggest that the timing of growth cessation may be determined independent of external environmental factors, such as low temperature and day length.

極域では植物の生育可能期間は短い。したがって、その期間を有効に利用して物質生産を行い、来年の成長にむけたプレフォーメーションや貯蔵物質の蓄積を行わねばならない。一方で落葉性の植物では、実際の生育不適期(冬)が到来する前に生育を停止し、栄養塩の回収を行うことも重要である。生育停止の時期は、その地における平均的な冬の到来と、その年変動に関連し、適切な時期に設定されていると考えられる。

私たちはスバルーバル諸島ニーオルスン(北緯79度・東経12度)において、雪解け時期の異なる3地点で、ムカゴトラノオ(タデ科)の葉のフェノロジーを調査した。雪解けから初雪までの詳細な調査を98年に、また盛夏期のみの調査を2000年と2001年に行った。いずれも標識した個体(各地点約25個体)について、すべての葉の状態を1週間ごとに記録するという方法で行った。調査地は緩やかな斜面で、雪解けは斜面上部で早い。斜面の下部ほど土壌含水率は高く、全窒素濃度も高かった。隠花植物を含めた全植物の被度も斜面下部で高かったが、ムカゴトラノオの被度は中間地点で最大であった。また98年は気温が高く、乾燥した夏であったのに対し、2000・2001年の降水量は比較的多かった。98年において、ムカゴトラノオの個葉の寿命は約7週間、生育期間(最初の葉の展開から最後の葉の枯死まで)は8–9週間で、雪解けの時期による有意な差は見られなかった。雪解けの早い地点では、早くから葉を展開し、枯死も早かった。2000年・2001年においても、雪解けの早い地点で枯死期が早いという傾向は一致していた。これらの結果は、ムカゴトラノオが何らかのメカニズムによって、自律的にその生育期間の長さ(あるいは、生育終了の時期)を調節していることを示唆する。極域に生育するうえで、こうしたフェノロジー特性のもつ意味について議論したい。

## 北極ニーオルスンにおける、異なった水分条件下で生育している ムラサキユキノシタの生育形別の炭素同位体比の比較

Carbon isotopic composition ( $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ ) of different growth forms of Purple Saxifrage, *Saxifraga oppositifolia* L., in the high arctic, Ny-Ålesund, Svalbard.

久米 篤(九州大学農学研究院), 別宮 由紀子(都留文科大学),

半場 祐子(岡山大学資生研), 神田 啓史(国立極地研究所)

Atsushi Kume (Kyushu University), Yukiko Bekku (Tsuru University),

Yuko T. Hanba (Okayama University), Hiroshi Kanda (NIPR)

In high arctic regions, contrasting extreme micro-climatic environments, short growing season and damp environment (snow-bed) and long growing seasons and dry environment (ridge) are adjacent to each other. The plants receive sun light directly in summer and the soil is freezing in winter. Thus proper control of water use is important for the plants in surviving in such an environment. In the glacial recession area at Ny-Ålesund in Svalbard Island (79°N), various types of plant samples (including mosses and lichens) were collected and their carbon isotope ratios ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) were compared as an index of water utilization of photosynthesis.

周北極域の氷河後退域では、微地形の違いや構造土の形成などによる地表面のわずかな高低の違いや土壌構造の微妙な違いによって、植物の生育環境に大きな違いが生じる。数十cmの高低差によって、土壌水分条件や地表面が積雪に覆われている期間が大幅に変化し、その結果、カラカラに乾燥した環境と水にひたった過湿な環境が、数mも離れずに隣接していることもよく観察される。また、冬季は土壌が凍結し、夏季は直射日光が当たり、水の形態や蒸散強度も大きく変化する。したがって、このような環境下で生育している植物は、水の利用様式について温帯地域の植物とは大きく異なることが予想される。

*Saxifraga oppositifolia* は周北極域の氷河後退域で遷移の初期段階に出現する高等植物で、個体により匍匐型(P-form)とクッション型(C-form)の2つの生育形を取る。Kume *et al.*(1999)は、生育形の違いと繁殖特性の違いの関係を示し、Crawford *et al.*(1993)は、水利用効率や湿重当たりの光合成や呼吸速度が生育形によって異なることを示している。しかし、これらの生育形の違い、およびそれをもたらしているシュートの伸張特性の違いが、どのように水分利用様式の違いと関係しているかは明らかではなかった。C<sub>3</sub>植物の光合成において気孔によってCO<sub>2</sub>取り込みに制限が生じると、RuBPカルボキシラーゼの同位体分別効果が減少し炭素同位体比が増加する。そこで、SvalbardのNy-Ålesund(79°N)、Brøgger氷河下流域において、遷移段階別、生育環境別に多数の植物体を採取し、炭素同位体比 $\delta^{13}\text{C}$ ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ )の測定を行った。また、気孔を持たない蘚苔類、地衣類でも同様の分析を行い、結果を比較した。

Crawford *et al.* (1993) *FLORA* 188: 367-381.

Kume *et al.* (1999) *Arc Ant Alp Res* 31: 27-33.



ニーオルスン氷河後退域の *Salix-Sanionia* 群落における生態系純生産量  
 Net ecosystem production of *Salix-Sanionia* community  
 on a glacier foreland in Ny-Ålesund, Svalbard

内田雅己 (岐阜大・流環研), 莫文紅 (筑波大・生物科学), 中坪孝之 (広島大院・生物圏), 村岡裕由 (岐阜大・流環研), 神田啓史 (国立極地研), 小泉博 (岐阜大・流環研)  
 Masaki UCHIDA (Gifu Univ.), Wenhong MO (Univ. Tsukuba), Takayuki NAKATSUBO (Hiroshima Univ.), Hiroyuki MURAOKA (Gifu Univ.), Hiroshi KANDA (NIPR), Hiroshi KOIZUMI (Gifu Univ.)

As a part of the study of carbon cycle on a deglaciated area in Ny-Ålesund, Svalbard, we measured net ecosystem production (NEP) in the mixed community of *Salix polaris* and a moss *Sanionia uncinata* in their growing season of 2001 by using a gas-exchange technique. Under ambient meteorological conditions, the NEP was highly varied from -44 to 171 (average 43)  $\text{mgCO}_2\text{-C m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ . Early in the growing season, the communities tended to be net sources of  $\text{CO}_2$  to the atmosphere because of low photosynthetic activities of the plants. After rainy days, however, the ecosystem became a large sink of  $\text{CO}_2$  because of a higher photosynthetic activity of the mosses. It is suggested that the NEP in the community varies spatially by biomass distribution of the plants and temporally by leaf phenology, light incidence, precipitation and temperature which affect the physiology of the plants and soil microbes.

北極域の陸域生態系は近年まで炭素のシンクとして機能してきた。しかしながら最近の報告では、温暖化の影響によって炭素のソースとなる可能性が指摘されはじめている。本研究では、北極域陸域生態系の炭素循環に対する温暖化の影響を予測する一環として、高緯度北極域の植物群落における生態系純生産量(NEP)の測定を行い、NEP の変動に与える要因を検討した。

調査区はノルウェー・スピッツベルゲン島ニーオルスン(79°N)にある東ブレッカー氷河後退域のモレーン上に設定した。2001 年 7 月中旬から 8 月中旬にかけて、調査区付近の優占種であるキョクチャナギ *Salix polaris* とカギハイゴケ *Sanionia uncinata* の混成群落における NEP を携帯用光合成蒸散測定装置(Li-cor 6400)を用いて野外環境条件下で測定した。NEP に影響を与える環境要因として、土壌温度、蘚類群落の温度、ヤナギの葉面温度、光合成有効波長域の光子束密度(PPFD)、蘚類および土壌の含水率を調査期間を通じて測定した。

調査期間中の NEP の値は -44~171 (平均 43)  $\text{mgCO}_2\text{-C m}^{-2} \text{ h}^{-1}$  となり変動はかなり大きかった。NEP が負 (系からの  $\text{CO}_2$  の放出) の値を示したのはヤナギの開葉期間であり、ヤナギの葉の成長とフェノロジーは NEP の値に大きな違いを示した。降雨後のコケの含水比が高いときには NEP の値も大きくなり、コケの含水比が小さいときの 2 倍近くに達することもあった。コケの乾湿に関わらず、光が  $400\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  に達するまでは光の増加とともに NEP は増加し、 $400\sim 800\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  で光飽和に達した。一方、群落全体の呼吸速度は温度の上昇とともに増加した。以上から、NEP を制限している要因には生物的要因と非生物的要因があり、生物的要因としてはヤナギの成長にともなう同化器官のバイオマスの変化やヤナギ、コケおよび土壌微生物のバイオマス、そして非生物的要因としては光、水 (降水) および温度などであると推察された。今後は本調査結果と現在までに得られた植物および土壌微生物の生理生態的データ等を統合して本生態系における炭素循環モデルを構築し、高緯度北極の陸域生態系に与える温暖化の影響を予測する予定である。

**SEED ENTRAPMENT OF THREE HERBS IN ALPINE ECOSYSTEM OF MT. FUJI:  
RELATIONSHIPS BETWEEN SOIL PARTICLE SIZE AND SEED MORPHOLOGY**

**G. M. Anisuzzaman and MASUZAWA Takehiro**

**Department of Biology and Geoscience, Faculty of Science, Shizuoka Univ.**

*Artemisia pedunculosa*, *Polygonum cuspidatum* and *P. weyrichii* are herbaceous perennials, and co-occurring species on alpine region of Mt. Fuji. There are different distribution patterns among the species on the study site (Hoei second crater of Mt. Fuji). *A. pedunculosa* is widely distributed compared to rest two *polygonum* species on the study site. The soil environment (especially soil particle distribution) of this area is varied place to place. We examined the seed entrapment (first initial stage of seedling establishment) in relation to seed morphology and soil particle size. Three particle size soils (large size=LPS, medium size=MPS and small size= SPS) were used in this experiment. Based on weight, length and width, seeds size greatly varied between *A. pedunculosa* and *Polygonum* species. Despite the characteristics of appendage *A. pedunculosa* has small seed and *Polygonum* species has large seeds. The pattern of seed entrapment was greatly varied between small-seeded *A. pedunculosa* and large-seeded two *Polygonum* species. A remarkable number of large seeds were trapped in LPS class and no seed traps in SPS class. Surprisingly in the case of *A. pedunculosa*, almost similar numbers of seeds were trapped in three particle size classes, despite their smaller seed size. *A. pedunculosa* has adhesive seed coat that may help to trap a remarkable numbers of seeds in different particle size soils. Above mentioned characteristics of *A. pedunculosa* is one of the advantage to increase seeds in the seed in various places. It is also an initial advantage to wider distribution of *A. pedunculosa*.



チングルマとチョウノスケソウの花粉発芽特性と温度依存性  
Temperature-dependency of pollen germination in *Sieversia pentapetala* and *Dryas octopetala*

和田直也・厚木勝洋（富山大学理学部生物圏環境科学科）

NAOYA WADA & KATSUHIRO HOHNOKI (Faculty of Science, Toyama University)

We examined pollen germination of *Sieversia pentapetala* and *Dryas octopetala* in three thermal condition (15°C, 20°C, and 25°C) for 24 hr after pollens incubated. Samples were collected from *S. pentapetala* population located at 2820m a.s.l., and from *D. octopetala* population at 2700m a.s.l. in Mt. Johdo, Tateyama Range, central Japan. *S. pentapetala* showed the highest rate of pollen germination at 20°C, while *D. octopetala* at 15°C. We discussed these differences with viewpoint of historical differences of phytogeographical dynamics and evolution.

現在、地球温暖化が北極・高山植物の成長や繁殖にどのような影響を及ぼしうるのかを予測・解明する研究が、世界的に活発に行われているが、日本における研究は決して多くはない。温暖化の影響が高山植物の繁殖様式に及ぼす影響を明らかにする上で、受精時に生じる生理的過程を知ることが重要であるが、その基本となる花粉の温度依存的発芽特性に関する研究は特に少なく、様々な種について早急にその特性を明らかにする必要がある。

日本の高山帯には、東アジア山地起源の高山植物と、極地起源の高山植物（周北極植物）が、混在して分布している（高橋，2000）。系統・進化の起源が異なる植物間では、同所的に生育していても、環境に対する成長や繁殖様式の反応が異なることが予想される（e.g. Kudo *et al.*, 1999; Suzuki and Kudo, 2000; Wada *et al.*, in press?）。チングルマ（*Sieversia pentapetala*）は、極東アジアの北部・アリューシャン諸島中央部から日本の中部山岳地域にかけて分布しており、北緯 70 度以上の北極圏には分布していない極東アジア要素の植物である（Hultén, 1968）。一方、チョウノスケソウ（*Dryas octopetala*）は、北緯約 80 度の北極圏から北緯約 36 度の温帯性高山にかけて分布している周北極植物である（Hultén, 1968）。日本の中部山岳地域は、周北極植物の世界的南限に位置するが、両種はしばしば同地域の高山帯に分布している（但し局所的には、前者は雪田的環境、後者は風衝地環境を中心にそれぞれ分布している）。本研究では、日本の高山帯に広く分布している極東アジア要素の高山植物・チングルマと、北海道と中部山岳地域に局所的に分布している周北極植物・チョウノスケソウについて、両種の花粉の発芽特性と温度依存性を明らかにすることを目的とした。

調査は、両植物の開花期である 7 月に、富山県立山山地の浄土山（一ノ越を含む）において行った。それぞれの種について、開花直後の花を採取し、低温状態で素早く研究室に持ち帰った。その後、スライドガラス上のショ糖 10%を加えた寒天培地に素早く花粉をまき、15°C、20°C、25°Cの温度条件（晴天時におけるメシベの温度範囲）で 24 時間培養し、グリセリンゼリー・ゲンチアナバイオレット法を用いて花粉を染色及び固定した。このプレパラートを、各温度条件について、チングルマでは 10 枚（ $n = 10$  flowers）、チョウノスケソウでは 11 枚（ $n = 11$  flowers）作成した。各プレパラートについて、顕微鏡を用いて花粉を 100 個体任意に抽出し発芽率を記録した。なお、本研究では、花粉管が花粉の直径よりも長く伸長したものを発芽個体と定義して発芽率を求めた。両種ともほぼすべての花粉が染色され、不稔花粉はほとんどなかった。チングルマの花粉発芽率は、15°C、20°C、25°Cの各温度条件下で、それぞれ、 $35.0 \pm 6.3\%$ 、 $41.1 \pm 8.9\%$ 、及び  $32.7 \pm 11.6\%$ であった。花粉発芽の最適温度は 20°Cであったが、統計的有意性は検出されなかった（arcsine 変換後 ANOVA、 $F = 2.33$ 、 $P = 0.116$ 、 $n = 30$ ）。一方、チョウノスケソウについては、 $42.2 \pm 11.2\%$ 、 $37.2 \pm 15.6\%$ 、及び  $26.6 \pm 11.7\%$ となり、最も低い 15°Cの温度環境下で最も発芽率が高く、20°C及び 25°Cの温度環境下では、その順に発芽率が低下していた。統計的にも有意な差が検出された（arcsine 変換後 ANOVA、 $F = 4.10$ 、 $P = 0.027$ 、 $n = 33$ ）。以上の結果は、周北極植物であるチョウノスケソウの方が、チングルマよりも、花粉発芽の最適温度が 5°C以下低いところに存在することを示すのと同時に、温帯性高山における温暖化の繁殖に及ぼす影響は周北極植物でより大きいことを示唆していた。

岩を這うチングルマの生態的特徴とその周辺植生の多様性  
 Ecological traits of *Sieversia pentapetala* creeping on the rock surfaces and its influence  
 on the surrounding vegetation structures and diversity

柳川朋美・和田直也 (富山大学理学部生物圏環境科学科)  
 Tomomi YANAGAWA & Naoya WADA (Faculty of Science, Toyama University)

We surveyed growth and reproductive performances of deciduous dwarf alpine shrub *Sieversia pentapetala* creeping on the rock surfaces, at Murodo (2460 m a.s.l.), Tateyama Range, central Japan. We also investigated how the behavior of this species influences on the surrounding vegetation structures and diversity. In our study site, *S. pentapetala* was frequently observed on the rock surfaces than on the flat ground with relatively developed soils. Soil depth was significantly negatively correlated with coverage of *S. pentapetala*, while positively correlated with graminoids such as *Carex blepharicarpa* and *Deschampsia flexuosa*. Moreover, soil depth was positively correlated with the number of species per area and species diversity index, suggesting that soil development may be one of the key factors to enable many species to establish and grow in the rocky (mound) habitats. We discussed the relationship between growth progress of *S. pentapetala* and variations of species diversity and vegetation structures on the rocky habitats.

高山帯の雪田環境においては、大小さまざまな岩石が各所に点在している景観をしばしば目にすることがある。極地域では藓苔類や地衣類がこれら岩石の表面に付着して生育している。一方、温帯性高山帯においては匍匐性矮小低木が岩石上に這い上がり、岩の上に有機物土壌を形成していくことが知られている(Kudo & Ito, 1995)。富山県立山町室堂平 (2460 m) では、匍匐性矮小落葉低木・チングルマ (*Sieversia pentapetala*) が岩を這い上がり完全に覆い尽くすまで、様々な発達過程が見られる。本研究では、チングルマを主な対象として、1) 岩を利用することでどのような利点があるのか、2) チングルマが岩を効率よく利用しているのであれば、その結果として周辺の植物群落はどのような影響を受けているのか、について明らかにすることを目的とした。

調査は 2001 年 6 月～10 月にかけて、室堂平の雪田植物群落内で行った。岩石上と地面上に生育していたチングルマのパッチ各 5 個について、温度データロガー (KADEC U-II) を用いて地温(パッチのリター下約 1 cm の土壌温度)を測定したところ (6 月 23 日～10 月 6 日)、平均で約 2℃岩石上の地温が高かった。両ハビタットのシュート高を測定すると、岩石上では  $2.5 \pm 1.8$  cm, 地面上では  $4.9 \pm 2.0$  cm (平均値±標準偏差,  $n = 50$ ) となり、約 2 倍の差が認められた。また、両ハビタットに  $0.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}$  の方形区を各々 10 カ所設置し、全シュート数当りの繁殖 (開花) シュート数を数えたところ、岩石上では  $4.2 \pm 5.0\%$  ( $n = 10$ ), 地面上では  $1.0 \pm 1.4\%$  ( $n = 10$ ) となり、岩の上の方が高い値を示した。全シュート数についても同様であった。さらに、両ハビタットにおいて、単位パッチ面積当りの全葉重量の推定値を求めたところ、岩の上に生育していたチングルマの方が高い値を示した。これらのことから、チングルマのシュートが岩の上をハビタットとして利用する利点としては、1) 岩石上ではより高い温度環境を利用できる、2) 丈の高い他の植物との競争を回避できる、3) 1, 2 のような環境ストレスの緩和により物質生産性を高めることができ、その結果として繁殖シュートを増やすことができる、といったことが考えられた。

チングルマの岩の利用が周辺植生に与える影響を明らかにするため、チングルマの植被のある岩を含んだ  $0.25 \text{ m} \times 5 \text{ m}$  の帯状区を 10 カ所設置し、各帯状区を  $0.25 \text{ m} \times 0.25 \text{ m}$  の小区画に細分して、その中に出現した全ての植物についての被度及び各小区画における土壌深を測定した。全帯状区の全小区画を込みにして解析した結果、土壌深とチングルマの被度との間には負の相関関係が見られた ( $r = -0.14$ ,  $p = 0.046$ ,  $n = 204$ )。このことは、チングルマが岩の上をハビタットとして効率よく利用しているのと同時に、岩以外の土壌層の厚い立地では優占度が低くなることを示している。また、土壌深と出現種数並びに群落多様度 (Shannon-Wiener の多様性指数) との間には、それぞれ正の相関関係が認められた ( $r = 0.18$ ,  $p = 0.011$ ,  $n = 204$ ;  $r = 0.19$ ,  $p = 0.008$ ,  $n = 204$ )。このことから、雪田植物群落における多様性が土壌深と深く関わっていることが示された。チングルマが岩の上に這い上がる現象は、長い時間スケールで考えると、その成長・発達に伴って岩石上に土壌を形成しながら禾本類等の定着を促し、結果的に周辺植生の多様性を増加させているものと考えられる。言い換えれば、チングルマなどの匍匐性矮小低木は雪田植物群落においては、「岩」という他の維管束植物が利用しにくいハビタットに土壌を形成・蓄積することで、多種の侵入と定着を促し、その結果として植物群落の遷移を早め、多様性を高めている可能性が考えられた。

# TAIGA-TUNDRA TREELINE AS AN INDICATOR OF THE GLOBAL CHANGE OF THE CLIMATE IN THE NORTHERN HEMISPHERE

Adrian E. Katenin

Komarov Botanical Institute, 197376, Popov. str.2, St.Petersburg, Russia

The taiga-tundra boundary is very dynamic phenomenon. Its sensitive response to climatic changes find expression in displacement to the south or to the north. Therefore it can be used as an indicator of recent and modern climatic changes. Reaction of this zonal boundary toward climatic changes is clearly seen, because it is expressed in aggravation of trees behavior and their death in one case and in occupying of the new territories formerly treeless in other. Whereas the reaction of subzone boundaries within tundra or taiga is expressed slightly and needs more laborious investigations.

Some signs of vegetation response to climatic changes can be observed by single investigation, but completely they can be revealed only by repeated visits to the same sites (by monitoring).

Phytocoenotic characteristics are: deforestation of taiga communities or appearance of young tree growths in tundra communities; substitution of the lower layer formed by specific tundra communities herbs and shrubs (*Betula nana*) by specific forest communities herbs and dwarf shrubs (*Vaccinium myrtillus*) due to the closed canopy of the tree layer of the forest-tundra community.

Biomorphological characteristics are: the change of the birch growth form typical of forest-tundra communities to those with straight single trunk typical of forest communities. As indicator of climate improvement can serve *Populus balsamifera*, existing in vegetative form among tundra surroundings, which was found on Chukotka peninsula (Katenin, 1978). Its growing each year branches doesn't develop in generative form, but perish in winter. The appearance of generative shoots of *Populus balsamifera* in these communities will indicate the climate improvement in Chukchi sector of the Arctic.

The measurement of the trees annual increment thickness (on example of their trunk sawcircles) is a convenient method of revealing of the climatic changes. The most effective method is the large scale mapping of the taiga-tundra boundary vegetation with subsequent visits to the earlier mapped plots. Investigations conducted several years later can reveal the changes of the communities areas; appearance or disappearance of wood communities; the tree growth changes and extent of communities closeness; the substitution of rarefied forests by closed forest communities. Relevés done simultaneously with mapping will show the differences in structure and composition of the same communities that take place during the period between two visits. For control of climate changes can be also used the data, obtained by russian geobotanists (Norin B.N., Katenin A.E., Tyrtikov A.P.) when studying the forest "islands" within tundra zone in Bol'shezemel'skaya Tundra, in south-east of Taymyr Peninsula and in river Lena delta in Yakutiya.

中央シベリアの亜寒帯における森林高および森林被覆率の地理的分布  
 Geographical distribution of forest height and cover density in boreal zone of  
 Central Siberia

都築勇人、日下部朝子、末田達彦（愛媛大農）

Tsuzuki, H., Kusakabe, T. and Sweda, T. (Ehime U.)

We have been involved with estimation of forest resources using a continuous forest canopy profile acquired by airborne laser altimetry. Since the forest profile thus obtained consists of laser reflection from forest canopy where forest cover exists as well as from the ground where no such cover does, it carries information both on forest height as well as the proportion of forest cover, and thus its integration, i.e. the area under the profile is closely related with the amount of forest biomass. In this study, distribution of forest height and forest cover density was analyzed to clarify the characteristic of the associated biomass distribution for a 200-km long forest canopy profile which we had obtained from an airborne laser profiling mission over the boreal forests of central Siberia. Our study area is located along the middle reaches of the Bakhta river, where in reflection of regional distribution of permafrost and winter coldness, a strong NE-SW environmental gradient dominates which corresponds with the direction the Bakhta flows. Another environmental factor affecting tree growth in the study area is topography. The hammocky terrain of the middle portion of the laser profiling transect contrasts sharply with gently rolling topography of the upper and lower portions. Taking this local topographic variation and the more macroscopic environmental gradient mentioned earlier into consideration, the transect was divided into upper, middle and lower sections, and canopy density and mean canopy height were compared among the sections. As a result, a comparison within the rather flat topography, i.e. between the upper and lower sections, revealed that the forest cover density of 46 % and mean forest height of 7.7 m of the former increase downstream to 66 % and 8.5 m in the latter. On the other hand, in a comparison between the hummocky and flat terrain, forest cover density of 60 % for the central section ranks between the upper and lower sections, but the mean forest height of 9.6 m, was even higher than that of the lower section, thus making the central even with the lower section in comparison in biomass indicating that the steepness or flatness of the terrain also affect considerably biomass through their influence upon forest height and cover density.

我々は、航空機に搭載したレーザー測距儀によって得られる広域的な森林の縦断プロフィールを用いて森林資源・機能量の推定法開発に取り組んでいる。この縦断プロフィールは、森林の林冠部に加えギャップや裸地など地面からのレーザー反射から成るので、森林の高さのほかレーザー測距トランセクト全体に占める森林被覆の割合をも表すので、プロフィールの積分は当該トランセクト上のバイオマスとも高い相関がある。本報では、中央シベリアの亜寒帯林を対象とした約 200km のレーザー測距の結果を用いて、森林被覆と森林高の分布を解析し、トランセクトに沿ったバイオマスの地理的分布の特性を明らかにした。研究の対象としたエニセイ河支流のバクタ川流域は、川が南西に流れていることに加え、北東方向に中心を持つ永久凍土や冬季の気温の分布をも反映して、上流ほど植物に対する生育条件が厳しくなっているが、平坦な上・下流部に対する中流部の起伏の激しさという調査域内の地形の違いも植生の分布に影響を及ぼしている。これら大局的な環境傾度と局所的な地形の違いを考慮して、計測区間を上流・中流・央部、下流部に三分したうえ、それぞれの森林被覆率と平均森林高を求めたところ、まず平坦部間での比較では、上流部の 46% と 7.7m に対し下流部では 66% と 8.5m と増加し、バイオマスも含め強い環境傾度があることが分かった。他方、地形の違いによる比較では、中央部は、被覆率 60% と上・下流部の中間的な値を示すが、森林高は 9.6m と下流部よりも高く、その結果バイオマスは下流部と同程度になり、地形の起伏の存在が森林高と森林被覆率を介してバイオマスに大きな影響を与えていることが分かった。



## 中央シベリア亜寒帯林の葉面積指数の分布

## Distribution of forest leaf area index in central Siberian taiga

日下部朝子、都築勇人、末田達彦（愛媛大農）

Tomoko Kusakabe, Hayato Tsuzuki and Tatsuo Sweda (Ehime University)

In our effort of airborne laser profiling of boreal forests of the globe for precise estimation of forest biomass and leaf area, another profiling mission was flown to obtain a vegetation profile in year 2000 over a 200-km stretch along the middle reaches of the Bakhta River, a tributary of the Yenisei, central Siberia. For interpretation of the vegetation profile into forest biomass and leaf area, a set of ground truth data is necessary to establish regression between them. This paper presents results from 2000/2001 plot survey of forest leaf area on the ground along with its estimates resulting from the 200-km long vegetation profile. According to the Russian classification, the vegetation of this study area is classified as middle taiga, but reflecting the distribution of permafrost and winter coldness with their center to the northeast, the study area is dictated by a strong environmental gradient running NE-SW which coincides with the flow direction of the Bakhta. In the ground survey, 11 sample plots were set up under the laser profiling flight course with species identification and measurement of stem diameter of all the trees in each plot. Several sample trees were felled in each plot for direct measurement of leaf area to establish its regression upon stem diameter. Then using this regression, the plot leaf area was calculated, upon which the area of vegetation profile was regressed. In reflection of the environmental gradient, it turned out that not only the dominance of larch (*Larix sibirica*) in the upper reaches weakened downstream with increasing admixture of pine (*Pinus sibirica*), birch (*Betula pendula*) and spruce (*Picea obovata*), but also tree size and stem density increased downstream. This discrete but quantitative change revealed by the plot survey was also witnessed in the continuous estimate of leaf area calculated from the vegetation profile.

我々は、亜寒帯林を対象に航空機搭載のレーザー測距法による森林バイオマスと葉面積の測定を行っている。2000年には中央シベリアでこのレーザー測距を行ったが、これから実際のバイオマスと葉面積指数を推定するために地上の実測調査で較正する必要がある。本報では、地上調査の結果を検討したうえで、その値をレーザー測距の結果に援用し、広域的な葉面積指数の分布を推定した。調査の対象は、エニセイ河の支流、バクタ川の中流域で、調査域の上流側 100km の区間は西流し、下流側 100km は南流している。また、ロシアの植生区分によれば、調査域は中央タイガに分類されているが、北東方向にある永久凍土の中心と冬季の寒冷中心を反映して、調査域には北東から南西に向かう環境傾度が効いており、それはバクタ川の流下方向とも一致している。地上調査では、レーザー測距の航跡直下に計 11 のプロットを設置したうえで、プロット内の全立木について樹種を同定し、直径を測定した。さらに各プロットで数本のサンプル木を伐倒し、個体単位のバイオマスと葉面積を実測した。その結果について、まず樹種構成をみると、上流（北東）側ではカラマツが優占しているのに対し、下流（南西）に向かうにつれマツ、トウヒ、カンバが増加する。また下流に向かい、立木のサイズも立木密度も増加し、これにともない葉面積指数も高くなる。この地上調査の結果をもとに、レーザープロフィール縦断面に対する葉面積指数の回帰式を作成し、200 kmにわたる調査域全体の連続的な葉面積指数の分布を推定した。

# シベリア永久凍土地帯における河岸効果 — 樹木に対する川堤の生長促進効果 — Riverbank effect on tree growth in permafrost region of Siberia

池添浩之、都築勇人、日下部朝子、下川元三、末田達彦(愛媛大農)

Hiroyuki Ikezoe, Hayato Tsuzuki, Tomoko Kusakabe, Genzo Shimokawa  
and Tatsuo Sweda (Ehime U.)

The most common riverside landscape in central Siberia is zonation of vegetation consisting of several belts of naked gravel, of grass, and of shrub on a gradually steepening riverbank away from the waterfront and then followed by a tall dense forest and finally by short sparse forest on a flat bench. To clarify factors controlling the zonation, especially the one within the forested zone, a study area was established in the middle reaches of the Bakhta River, one of the tributaries of the Yenisei. The cause of zonation on the non-forested riverbank is rather obvious, i.e. it simply depends on the frequency and duration of submergence under water by spring floods. On the other hand, factors controlling the zonation by tree size on the forested bench are not so apparent. Thus, in this study we hypothesized permafrost as the major controlling factor, and examined the relationship between the thickness of active layer and the standing stock of the forest above. For this purpose, a 50x4 m transect consisting of ten consecutive 5x4 m plots was established from the forest edge inland, and the thickness of active layer, stem diameter at breast height and height of all the standing trees in each plot were measured. It turned out that the active layer as thick as 60 cm at the forest edge decreased exponentially inland in good correlation with tree size, stem density and standing stock. This fact of bank effect suggests that forests in the permafrost region may well counteract global warming by sequestering more CO<sub>2</sub> due to enhanced growth resulting from thickening active layer.

中央シベリアにおいては一定規模以上の河川の河岸景観は、水辺から傾斜を増しながら続く斜面に、礫に覆われた無植生帯と草本帯と灌木帯がこの順に続き、その先に現れる平坦地に出現する森林帯では河岸側から内陸に向けて構成林木のサイズが減少してゆくという、地形と連動した植生の成帯構造が一般的である。本研究はこの植生の成帯構造、とくに森林部分のそれを支配する要因を明らかにするために行ったもので、対象をエニセイ河の支流バクタ河中流域とした。非森林部分の成帯構造の原因が春の雪解けにともなう増水である事は、単純な観察から明らかで、河岸から草本帯までは毎年、灌木帯は数年置きに冠水し、森林帯は冠水しない部分であることは、植生の特徴から容易に観察できる。他方、森林帯の樹木サイズによる成帯構造の原因は外見上それほど明らかではないので、ここでは、作業仮説として永久凍土を考え、その上を覆う活動層の厚さと森林蓄積の関係を調べた。この調査では、森林帯の河岸側の端から内陸側へ幅4 m、奥行き5 mの連続したプロットを10箇所設定し、活動層の深さと、プロット内全立木の胸高直径と樹高を測定して森林蓄積を求めた。その結果、活動層は河に近いほど厚く、その厚さと森林蓄積に強い相関が認められた。河岸近くで活動層が厚くなるのは、春の増水と雪解け後の日射により、森林被覆を欠いた河岸部分から相当量の熱が供給され、永久凍土が融解するためと考えられる。このことから、今後予想される地球温暖化が凍土を融解し活動層の厚さを増すことにより森林蓄積を増加する方向に働くと考えられるので、永久凍土地帯における森林の存在は温暖化に負のフィードバックをおよぼす可能性が高いことを示唆する。



アラスカ、チュガチ山脈亜高山帯における *Alnus sinuata* 群落の植生構造  
 Vegetation structure of *Alnus sinuata* community in the Subalpine Zone  
 of the Chugach Mountains, Alaska

小島 覚 (東京女子大・文理)

Satoru Kojima (Tokyo Woman's Christian University)

Vegetation structure was analyzed for the *Alnus sinuata* community developing in the subalpine zone of the Chugach Mountains, Alaska. In the southern slopes of the mountains facing the Pacific Ocean, the subalpine zone developed covering an altitudinal range from *ca.* 100 m up to 900 m asl. The vegetation is best represented by a complex of shrub thickets of *Alnus sinuata* and open meadows. In August, 2001, structure of the vegetation was studied in the Thompson Pass area of the Chugach Mountains. A total of 52 relevés were established; 32 relevés representing the *Alnus sinuata* thickets and 20 relevés the open meadows. For each relevé all the vascular plants were listed and their coverage was assessed. Vegetation synthesis tables were constructed separately for the shrub thickets and open meadows. The shrub thicket community was characterized by the presence of *Alnus sinuata*, *Calamagrostis canadensis*, *Epilobium angustifolium*, *Trientalis europaea*, *Vaccinium caespitosum*, *Spiraea beauverdiana*, *Rubus arcticus*, *Athyrium filix-femina*, and *Veratrum eschscholtzii*, while the open meadows by the presence of *Vaccinium caespitosum*, *Empetrum nigrum*, *Artemisia arctica*, *Carex spectabilis*, *Cornus suecica*, *Spiraea beauverdiana*, *Festuca altaica*, *Arctostaphylos alpina*, *Anemone narcissiflora*, *Epilobium angustifolium*, *Rubus arctica*, and *Andromeda polifolia*. Such an altitudinal belt as was best characterized by the *Alnus sinuata* thicket appeared to represent subalpine zone of the Pacific-facing slopes of the Chugach Mountains and somewhat comparable to the *Pinus pumila* zone of the northeastern Asia.

アラスカ南部には太平洋岸にほぼ平行して長大な Chugach Mountains (チュガチ山脈) が認められる。その山脈の南斜面では、太平洋からの湿潤な気団の影響のもとにあるため極めて雪が多く、そのため高木を欠如し、そこには倒伏型の生育形を示す *Alnus sinuata* 低木叢が広く発達している。この低木叢は、海拔 100m~900m の高度範囲に分布するが、全く樹木を欠如する草地(open meadow)と錯綜しながら、チュガチ山脈南斜面における亜高山帯を特徴づける。発表者は、2001 年 8 月、同山脈の Thompson Pass 地域において、*Alnus sinuata* 低木叢を含む亜高山帯の植生構成を 52 の relevés により解析した。植生は *Alnus sinuata* 低木叢と草地とで全く異なる種構成を示したが、これらは微地形的条件によって分かれるものであった。*Alnus sinuata* 低木叢によって代表されるこの地域は、景観的にもまた環境条件からみても、北東アジアにおけるハイマツ帯と対応関係にあるものと思われた。

## 縞枯山の縞枯現象への生理生態学的アプローチ

### Ecophysiological approach to “Shimagare” type dieback on Mt. Shimagare

○鈴木あゆみ・奥山雄樹・山崎淳也・丸田恵美子・上村保麿（東邦大・理・生物）

○Ayumi Suzuki, Yuki Okuyama, Jun-ya Yamazaki, Emiko Maruta, Yasumaro Kamimura  
(Department of Biology, Faculty of Science, Toho University)

Mt. Shimagare (2,395 m a. s. l), a part of Mt. Kita-yatsugatake in Nagano Pref., is famous for the striped pattern of the wave regeneration of tree, and the phenomenon is called “Shimagare” (striped stand-level dieback) according to its conspicuous physiognomy. The phenomenon is observed the subalpine coniferous forests dominated by *Abies veitchii* and *A. mariesii*. The formation of Shimagare is speculated the involvement of the drought stress induced by the prevailing wind that blows almost all year. However, it has been unknown that how such a regular spatial pattern can be formed in the beginning. Moreover, *A. veitchii* and *A. mariesii* are segregated in the side of the Pacific Ocean and the Japan Sea, respectively. This segregation also is explained by the different mechanism against the drought stress. Based on physiological and biochemical analysis, we examined that the winter-stresses such as low-temperature and high-light involved in their habitat segregation and the formation of the “Shimagare” dieback.

長野県北八ヶ岳にある縞枯山（標高 2,395 m）では、その南西斜面に幅 10 m、長さ 300 - 800 m の白い縞が 100 m 間隔で見られる。これは常緑針葉樹のシラビソやオオシラビソが優占する亜高山帯の純林部分の立ち枯れ幹が多数並んだものであり、「縞枯現象」と呼ばれている。この現象には数多くの生理的および生態学的考察が行われてきた。その結果、山麓から山頂に向かって吹く恒常風により針葉が損傷し、水分の蒸発が起きることにより引き起こされる乾燥ストレスによるものであると考えられている。また、コンピュータシミュレーションにより縞枯の維持機構のモデリングは行われているが、その初期成立要因については未だはっきりとした結論は得られていない。さらに、オオシラビソは日本海側、シラビソは太平洋側とすみ分けがなされており、これも冬季の乾燥に対する両種のメカニズムの違いによるものと考えられているが、この点についても未だ明確にはわかっていない。

本研究では、両種のシュート部分を乾燥の影響がない純林部分から採取し、人工的に乾燥処理と強光処理を行い、それぞれの処理に対する両種の応答の違いを、クロロフィル蛍光による光化学系Ⅱ活性(Fv/Fm)、HPLC による色素分析および電気泳動法を用いて生理生化学的に解析した。これらの結果をもとに、冬季における強光と低温が、すみ分けに対してどのような影響を及ぼしているか、さらに縞枯現象への初期成立要因としてこのような環境要因が関わっているかどうかを生理生態学的に検討した。

## 乗鞍岳森林限界付近に生育するオオシラビソの褐変化現象の生理生態学的意義

Ecophysiological significance of red-brownish needle color change in *Abies mariesii* grown at timberline on Mt. Norikura

○橋本裕子・山崎淳也・丸田恵美子・上村保磨（東邦大・理・生物）

○Yuko Hashimoto, Jun-ya Yamazaki, Emiko Maruta, Yasumaro Kamimura  
(Department of Biology, Faculty of Science, Toho University)

Under winter-stress condition, needle color of an abaxial side of coniferous evergreen fir *Abies mariesii* (*A. mariesii*) growing in the forest limit (near 2,500 m a. s. l.) of Mt. Norikura (36°61' N, 137°33' E, altitude 3,026 m) changed from green to red-brown in April. This color change is only observed in shoots sticking out from snow surface, and not observed in ones buried in snow or located at the lower elevations. This phenomenon is considered to be caused by the interaction of reflected sunlight from the snow surface and low temperature. We measured some photosynthetic characteristics and protection machineries from excess light. Based on the results obtained, we discussed whether the red-brownish color change in *A. mariesii* was caused by the strong light or not.

北アルプス乗鞍岳の森林限界付近に生育するマツ科モミ属の針葉樹オオシラビソは、4～6月に雪面より上に出ているシュートの裏面葉のみが褐変する現象がみられる。このとき、シュート部分は致死含水量までには至っておらず、冬季の乾燥により褐変化が引き起こされる可能性はない。1つの仮説として、積雪面上にあるシュート部分に雪面で反射した強い太陽光が当たり、さらに低温条件が重なって起きる光阻害であると予測される。マツなど他の針葉樹では、低温・強光に対する順化において活性酸素除去酵素活性およびキサントフィルサイクル関連色素量の季節変動がいくつか報告されている。

褐変化したオオシラビソでは、冬季に光化学系IIの量子収率(Fv/Fm)の低下および酸素発生能の低下がみられた。さらに、キサントフィルサイクルに関連する色素では、強光を受けたときに現れるゼアキサンチンの量が、褐変化が激しい春先の積雪面上のシュートにおいて多量に存在した。これらは、冬季の強光に対する順化応答であると考えられる。活性酸素除去酵素活性については、スーパーオキシドジスムターゼ活性は年間を通じてあまり大きな変動はみられなかったが、アスコルビン酸ペルオキシダーゼ活性は4月に著しく低下した。また光合成の炭酸固定経路の鍵酵素である Rubisco は年間を通じて量的変化は見られなかった。したがって、これらの酵素活性の低下は、冬季の低温によるものと考えられる。これらの結果に基づき、このオオシラビソにおける春先の褐変化現象が強光と低温により引き起こされているものかどうかを検討した。

乗鞍岳・森林限界付近のオオシラビソが冬季に受けた  
ストレスの後遺症が夏季の生産に及ぼす影響

Effects of winter stresses on dry matter production of *Abies mariesii*  
at the tree-line on Mt. Norikura

丸田恵美子（東邦大・理） 池田武文（京都府大・農）

Emiko MARUTA (Toho Univ.) Takefumi IKEDA (Kyoto Prefectural Univ.)

Shoots of tree-line *Abies mariesii* on Mt. Norikura suffered from winter desiccation and embolism during winter over the snow surface. In early summer, embolism remained and predawn xylem water potential was low. Stomatal conductance was low during daytime possibly due to low xylem water potential. Embolism and predawn xylem water potential were recovered by late summer in accordance with new xylem formation. Thus, stomatal conductance increased as high as that of sound shoots.

本州中部・北アルプスの南端にある乗鞍岳の森林限界を構成する常緑針葉樹のオオシラビソは、冬季に積雪面よりも上に伸長した幹では、様々なストレスを受けて針葉の寿命が短縮され、枝の発達が悪く偏形化することはすでに報告した。本研究では、針葉の枯損にまでは至らない冬季に受けた軽度のストレスが、続く生育期間にどのような影響を及ぼしているかについて調べたものである。

森林限界の樹木は冬季には土壌や幹が凍結して水分吸収が困難であるが、わずかずつでもクチクラ蒸散は続いており、特に冬季の強風によって飛散する雪氷片によってクチクラ層が傷つけられた針葉では含水量が枯損域にまで減少することがある。すでに報告したように乗鞍岳の森林限界では、そのような枯損は毎冬起こっているが、わずかな量に過ぎない。しかし、秋から冬にかけて針葉と枝の含水量は徐々に減少し、4月初めには最低値となる。この時、木部負圧も低下し、かなりの程度のキャビテーション（木部内に気泡が生じて水の通導を妨げる）が生じている。このような致死には至らない冬から春先にかけての水分ストレスは、その後どのような経過をたどるのだろうか。雪融けがすすんだ6月上旬には、すでに針葉の含水量は回復し始めている。この時、冬季に積雪面上にあった枝では通水の阻害率（Percent loss of conductance, PLC）は依然として60%近かったが、積雪面下にあった枝では通水阻害はほとんどみられなかった。当年の木部が形成され始めた7月下旬には、積雪面上にあった枝のPLCは約40%まで回復したが、日最大(predawn)木部水ポテンシャルは低く、夜間にも針葉の水分欠差が回復しないことを示している。そして気孔コンダクタンスは日中を通じて低く蒸散量も小さかった。これに対して、積雪面下の枝では、predawnの水ポテンシャルは高く、気孔コンダクタンスも通常の常緑針葉樹と同じレベルを示し、特にストレスを受けていないことを示している。当年の木部の形成がほぼ終了した9月初めには積雪面上の枝のPLCは約10%にまで減少し、水ポテンシャルや気孔コンダクタンスの日変化も積雪面下と同様の正常の状態となった。

以上のことから、冬季に積雪面上の枝が受けた水分ストレスは、新しい木部の形成が完了するまで、気孔コンダクタンスを低下させるという形で残存し、年間の光合成量を減少させているといえることができる。



## 富士山の森林限界の異なった植生遷移段階における

## カラマツ実生の枯死要因

Factors affecting the mortality of larch seedlings  
in different successional stages on Mt.Fuji.

小口愛・丸田恵美子（東邦大理学部）中野隆志（山梨県環境科学研究所）

Ai OGUCHI and Emiko MARUTA (Toho Univ.),

Takashi NAKANO (Yamanashi institute of Environmental Sciences),

Larch is a pioneer species at the early stage of primary succession on Mt.Fuji. However, it cannot regenerate with no saplings surviving at the forest floor. Germination and survival of larch seedlings were compared at a larch forest floor with a bare ground. Germination occurred at both sites in mid June. Mortality factors after germination appears to be desiccation on the bare ground and pathogens at the forest floor. In summer, mortality was nearly the same value at both sites. On the other hand, winter mortality of seedlings was much higher at the forest floor than the bare ground. Thus, no seedlings appear to survive more than 20 years due to high mortality during overwintering.

なぜカラマツは極相樹種となりえないのだろうか？カラマツは富士山の森林限界付近の噴火跡地に入り込む代表的な先駆樹種であるが、更新を行うことができずに、やがてシラビソが占有する極相林へ遷移し消滅してしまう。富士山の成熟したカラマツ林内では、次世代のシラビソの稚樹は見られるものの、後継樹となるカラマツの稚樹は見られない。そこで、カラマツの実生がよく定着できる裸地と比較し、なぜカラマツは後継樹が生育できないのかを明らかにするために、カラマツの実生の生長と生存に関わる環境要因について調査研究を行った。

裸地と成熟したカラマツ林床に2000年5月下旬、カラマツの種子を蒔いたところ、6月中旬にはどちらからも発芽が認められ、また自然落下した種子からも発芽が確認できた。裸地は厳しい環境のため、発芽数は成熟カラマツ林と比較すると少なく、7月から8月には乾燥のため多くの当年生実生が枯死した。しかし、その後生き残った当年生実生や以前から存在している実生は、コケ・地衣類に守られ、高い生存率を示した。一方、成熟カラマツ林では、同じく7月から8月に多くの当年生実生が枯死したが、その原因はリターのような有機物の多い林床では、病原菌によって枯死したものとみられる。その後、菌根菌が根に付着したことが確認され、実生として1年目の生育を完了したが、越冬後の2001年7月には、以前から存在していたカラマツ実生も含め、多くの実生が枯死または半分枯死をしていた。裸地と比較し林内は全般に光不足であると考えられるが、林内の光環境の範囲においては、越冬中の枯死と明るさとの間に相関は見られなかった。そのため、成熟カラマツ林では、夏から秋に1割程度、冬期に3割程度カラマツ実生が枯死することによって、カラマツ実生の更新ができず、やがて生長してくるシラビソ林へ移行していくものと考えられる。



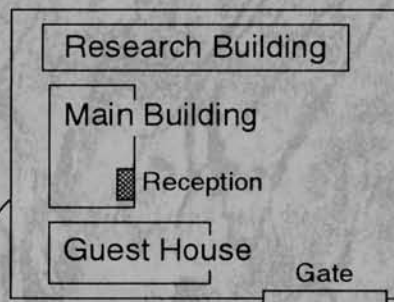
# 国立極地研究所

板橋区加賀1-9-10

電話 03-3962-4711

## National Institute of Polar Research

1-9-10 Kaga  
Itabashiku, Tokyo  
TEL: 03-3962-4711



地下鉄  
都営三田線  
Subway  
Mita Line

Itabashi  
Kuyakusyo-mae  
板橋区役所前駅

東板橋体育館  
Higashiitabashi  
Gymnasium

交番  
Police  
Box

NIPR

Post Office

Yaki-tori  
Shop

Convenience  
Store

Book  
Store

Bakery

Fruit Store

Skylark (Restaurant)

Bowling Alley

ROUTE 17

国道17号線

Post Office

Shin-Itabashi

新板橋駅

Shoe Store

Coffee Shop

Taxi  
Stand

Police  
Station

Itabashi station

JR埼京線 板橋駅

Shimo-Itabashi

東武東上線  
下板橋駅

Tobu-Tôjô Line

JR (Saikyô) Line

APA Hotel

## 板橋周辺図

0

500m

